Keysight 53220A/53230A Universeller 350-MHz-Frequenzzahler/-Timer

Benutzerhandbuch

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

Anmerkung: Dieses Dokument enthält Verweise auf Agilent. Bitte beachten Sie, dass Agilents Elektronische Test- und Messtechnik jetzt unter dem Namen Keysight Technologies firmiert. Weitere Informationen finden Sie unter **www.keysight.com.**

Anmerkungen

© Keysight Technologies 2011, 2014

Vervielfältigung, Anpassung oder Übersetzung ist gemäß den Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes ohne vorherige schriftliche Genehmigung durch die Firma Keysight Technologies verboten.

Handbuch-Teilenummer

53220-90411

Ausgabe

Ausgabe 3. August 2014

Gedruckt in Malaysia

Keysight Technologies
1400 Fountaingrove Parkway
Santa Rosa, CA 95403

Produkthandbücher werden auf CD-ROM und/oder in gedruckter Form mit Ihrem Gerät geliefert. Gedruckte Handbücher sind optional. Handbücher sind auch im Internet oder auf der Produktseite des Geräts verfügbar.

Software-Updates/Lizenzen

Keysight veröffentlicht regelmäßig Softwareupdates, um bekannte Fehler zu beheben und Produktverbesserungen aufzunehmen. Software-Updates und die aktuelle Dokumentation für Ihr Produkt finden Sie auf der Produktseite unter:

www.keysight.com/find/53220A
www.keysight.com/find/53230A

Ein Teil der in dieses Produkt integrierten Software ist lizenziert unter den Bedingungen der General Public License Version 2 („GPLv2“). Lizenztext und Quellcode finden Sie unter:

www.keysight.com/find/GPLV2

Dieses Produkt nutzt Microsoft Windows CE. Keysight empfiehlt dringend, auf allen mit Windows CE-Geräten verbundenen Windows-basierten Computern aktuelle Antivirensoftware einzusetzen. Weitere Informationen finden Sie auf der Produktseite unter:

www.keysight.com/find/53220A
www.keysight.com/find/53230A

Technologielizenzen

Die in diesem Dokument beschriebene Hardware und/oder Software wird unter einer Lizenz geliefert und darf nur entsprechend den Lizenzbedingungen genutzt oder kopiert werden.

Konformitätserklärung

Die Konformitätserklärung für dieses Produkt und andere Keysight-Produkte kann im Internet heruntergeladen werden. Gehen Sie zu **http://www.keysight.com/go/conformity** und klicken Sie auf „Declarations of Conformity“. Sie können dann anhand der Produktnummer die aktuelle Version finden.

Handbuch-Gewährleistung

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen können jederzeit ohne Vorankündigung geändert werden. Keysight übernimmt keinerlei Gewährleistung für die in dieser Dokumentation enthaltenen Informationen, insbesondere nicht für deren Eignung oder Tauglichkeit für einen bestimmten Zweck. Keysight Technologies übernimmt keine Haftung für Fehler, die in diesem Dokument enthalten sind, und für zufällige Schäden oder Folgeschäden im Zusammenhang mit der Lieferung, Ingebrauchnahme oder Benutzung dieser Dokumentation. Falls zwischen Keysight und dem Benutzer eine schriftliche Vereinbarung mit abweichenden Gewährleistungsbedingungen hinsichtlich der in diesem Dokument enthaltenen Informationen existiert, so gelten diese schriftlich vereinbarten Bedingungen.

Unterstützung

Für dieses Produkt gilt die Standardproduktgarantie. Garantieoptionen, erweiterter Supportkontakt, Vereinbarungen für Produktwartung und Kundenunterstützung stehen ebenfalls zur Verfügung. Weitere Informationen zum vollständigen Angebot der Support-Programme von Keysight Technologies erhalten Sie bei Ihrem nächstgelegene Keysight Technologies Sales und Service Office.

Zertifizierung

Keysight Technologies bestätigt, dass dieses Produkt zum Zeitpunkt der Lieferung den angegebenen Spezifikationen gerecht wurde. Darüber hinaus bestätigt Keysight, dass die Kalibrierungsmessungen auf das United States National Institute of Stan-dard and Technology zurückzuführen sind und zwar im für die Kalibrierungseinrichtung dieses Unternehmens und für Kalibrierungseinrichtungen anderer Mitglieder der International Standards Organization erlaubten Umfang.

Exklusive Problembehandlung

DIE HIERIN BEREITGESTELLTEN MITTEL ZUR PROBLEMBEHANDLUNG SIND DIE EINZIGEN UND EXKLUSIVEN MITTEL FÜR DEN KUNDEN ZUR PROBLEMBEHANDLUNG. KEYSIGHT TECHNOLOGIES ÜBERNIMMT KEINE HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE, VERSEHENTLICHE ODER FOLGESCHÄDEN, DIE ENTWEDER AUF GARANTIE, VERTRAG, SCHADENSERSATZ ODER EINER ANDEREN RECHTLICHEN THEORIE BASIEREN.

Nutzungsbeschränkungen

Nutzungsbeschränkungen für Organe der US-Regierung: Die der Bundesregierung gewährten Rechte bezüglich Software und technischer Daten gehen nicht über diese

Rechte hinaus, die üblicherweise Endbenutzern gewährt werden. Keysight gewährt diese übliche kommerzielle Lizenz für Software und technische Daten gemäß FAR 12.211 (technische Daten) und 12.212 (Computersoftware) sowie, für das Department of Defense, DFARS 252.227-7015 (technische Daten – kommerzielle Objekte) und DFARS 227.7202-3 (Rechte bezüglich kommerzieller Computersoftware oder Computersoftware-Dokumentation).

Marken

Microsoft und Windows sind in den USA eingetragene Marken der Microsoft Corporation.

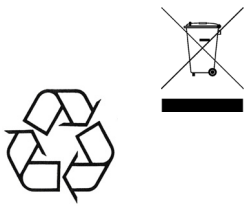
Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte (Waste Electrical and Electronic Equipment, WEEE) 2002/96/EC

Dieses Produkt entspricht der Kennzeichnungsanforderung der WEEE-Richtlinie (2002/96/EC). Die fixierte Produktkennzeichnung gibt an, dass dieses elektrische/elektronische Produkt nicht im Hausmüll entsorgt werden darf.

Produktkategorie: In Bezug auf die Ausrüstungstypen in der WEEE-Richtlinie Zusatz 1 gilt dieses Produkt als „Überwachungs- und Kontrollinstrument".

Nicht im Hausmüll entsorgen.

Wenden Sie sich zur Produktentsorgung an eine regionale Keysight Niederlassung oder entnehmen Sie www.keysight.com/environment/product weitere Informationen.



Lithium-Batterie-Recycling

Die Zähler 53220A/53230A enthalten eine 3-V-Lithium-Knopfzellenbatterie. Keysight empfiehlt, diese Batterie jeweils im Rahmen des jährlichen Kalibrierungsinter-valls auszutauschen. Das Austauschverfahren wird im 53220A/ 53230A Service Guide beschrieben.

Option 300 ermöglicht den Akkubetrieb des 53220A/53230A mittels eines 12-Lithium-Akkus. Die Leistung dieses Akkus lässt im Laufe der Zeit aufgrund der Anzahl der Akkulade-/entladezyklen nach.

Beachten Sie bei der Entsorgung von Batterie/Akku die jeweils gültigen rechtlichen Bestimmungen.

Sicherheits-informationen

Die folgenden allgemeinen Sicherheitshinweise müssen in allen Betriebsphasen des Geräts beachtet werden. Die Nichtbeachtung dieser Sicherheitshinweise bzw. besonderer Warnungen oder Betriebsanweisungen im Produkthandbuch verstößt gegen Sicherheitsstandards, Herstellervorschriften und sachgemäße Benutzung des Geräts. Keysight Technologies übernimmt keine Verantwortung für Schäden, die durch Nichtbeachtung dieser Richtlinien entstehen.

Allgemeines

Setzen Sie dieses Produkt keinesfalls in einer vom Hersteller nicht angegebenen Weise ein. Die Schutzeinrichtungen dieses Produkts können in ihrer Wirksamkeit beeinträchtigt werden, wenn es anders als in den Anleitungen zum Betrieb beschrieben verwendet wird.

Vor dem Anschluss an das Stromnetz

Stellen Sie sicher, dass alle erforderlichen Sicherheitsvorkehrungen getroffen wurden. Beachten Sie die am Gerät angebrachten Sicherheitshinweise (siehe „Sicherheitssymbole").

Erdung des Geräts

Der 53220A/53230A ist mit einem Schukostecker ausgestattet. Zur Minimierung des Stromschlagrisikos müssen Gerätegehäuse und -abdeckung geerdet sein. Der Erdungspol muss fest mit einem elektrischen Masseanschluss (Sicherheitserdung) an der Steckdose verbunden sein. Bei einer Unterbrechung des Schutzleiters (Erdung) oder bei Trennung des Geräts vom Schutzerde-Anschluss besteht die Gefahr eines Stromschlags, der zu Verletzungen führen kann.

Sicherungen

Der 53220A/53230A ist mit einer internen Leitungssicherung ausgestattet, die den am Gerät aufgelisteten Leitungsspannungen entspricht. Diese Sicherung ist für den Benutzer nicht zugänglich.

Nicht in einer explosiven Umgebung betreiben

Gerät nicht in der Nähe entflammbarer Gase oder Dämpfe betreiben

Gerät nicht in der Nähe entflammbarer Flüssigkeiten betreiben

Gerät nicht in der Nähe entflammbarer Flüssigkeiten bzw. der Behälter für derartige Flüssigkeiten betreiben

Abdeckung des Geräts nicht entfernen

Die Abdeckungen des Geräts dürfen nur von qualifizierten Service-Technikern entfernt werden, die sich der damit verbunde-

nen Gefahren bewusst sind. Das Gerät muss stets vom Netz genommen und von jedem externen Stromkreis getrennt werden, ehe die Abdeckung des Geräts entfernt wird.

Keine Änderungen am Gerät vornehmen

Bauen Sie keine Ersatzteile ein, und nehmen Sie keine unbefugten Änderungen am Gerät vor. Geben Sie das Gerät gegebenenfalls zur Wartung oder Reparatur an Keysight Technologies Sales und das Service Office, damit die Sicherheit des Geräts weiterhin gewährleistet ist.

Bei Beschädigungen

Geräte, von denen Sie annehmen, sie könnten beschädigt sein, müssen außer Betrieb genommen und bis zur Reparatur durch einen qualifizierten Techniker gegen jegliche Wiederinbetriebnahme gesichert werden.

Reinigen des Geräts

Reinigen Sie die Außenseiten des Geräts mit einem weichen, faserfreien und leicht angefeuchteten Tuch. Verwenden Sie keine Scheuer- oder chemischen Lösungsmittel.

Sicherheitshinweis

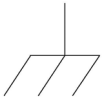
VORSICHT

VORSICHT weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf Verarbeitungsprozesse, Vorgehensweisen o.Ä. aufmerksam, deren nicht genaue Befolgung bzw. Ausführung möglicherweise zu einem Schaden am Produkt oder dem Verlust wichtiger Daten führen kann. Wenn ein Prozess mit dem Hinweis **VORSICHT** gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle aufgeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

WARNUNG

Ein WARNUNG-Hinweis weist auf eine Gefahr hin. Dieser Hinweis macht auf Verarbeitungsprozesse, Vorgehensweisen o.Ä. aufmerksam, deren nicht genaue Befolgung bzw. Ausführung möglicherweise eine schwere Verletzung oder sogar den Tod verursachen kann. Wenn ein Prozess mit dem Hinweis WARNUNG gekennzeichnet ist, dürfen Sie erst fortfahren, wenn Sie alle aufgeführten Bedingungen verstanden haben und diese erfüllt sind.

Sicherheitssymbole



Gehäusemasse

Weitere Sicherheitsinformationen siehe Handbuch.

Standby-Spannungsversorgung. Einheit ist bei Abschaltung nicht vollständig vom Stromnetz getrennt, wenn der Ein-/Aus-Schalter sich in Standby-Position befindet.

CAT I IEC-Messkategorie I. Eingänge NICHT mit Stromnetz oder vom Stromnetz abgeleiteten Stromkreisen verbinden.

WARNUNG

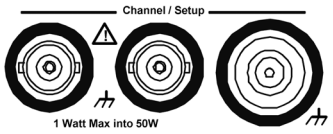
Eingangskanäle des 53220A/53230A nicht mit Stromnetz oder vom Stromnetz abgeleiteten Stromkreisen verbinden. Das Gerät darf nur in CAT I-Anwendungen (vom Stromnetz isoliert) verwendet werden. Nicht in anderen IEC-Messkategorieanwendungen (CAT II, CAT III oder CAT IV) verwenden. Eine Vernachlässigung dieser Vorsichtsmaßnahmen kann einen Stromschlag und schwerwiegende Verletzungen zur Folge haben.

WARNUNG

Die BNC-Buchsen der Eingangsanschlüsse sind mit dem Gerätegehäuse verbunden. Überprüfen Sie die Signalpolarität, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangsanschlüssen herstellen.

Schutzgrenzen

Der Keysight 53220A/53230A 350-MHz-Zähler verfügt über eine Schutzschaltung, um Beschädigungen des Geräts und Stromschläge zu verhindern, sofern die Schutzgrenzen nicht überschritten werden und das Gerät ordnungsgemäß geerdet ist. Um den sicheren Betrieb des Geräts sicherzustellen, überschreiten Sie die auf dem Gerät angegebenen Schutzgrenzen nicht:



WARNUNG

Im Akkubetrieb beträgt das maximale vom Benutzer bereitgestellte gemessene Signal ±42 V.

WARNUNG

Mit den Produktoptionen 201/202 werden parallele Kanal 1- und Kanal 2-Eingänge an der Geräterückwand bereitgestellt. Signale am Mittelleiter der Kanal-BNCs jedes Bedienfelds sind auch am entsprechenden Mittelleiter des BNCs am gegenüberliegenden Bedienfeld vorhanden.

Installieren des Geräts

Der Keysight 53220A/53230A kann in fol-genden Netzspannungsbereichen betrieben werden:

100 - 240 V, 50-60 Hz
100 - 127 V, 440 Hz
90 VA Max.

Die Gerätebelüftung erfolgt durch Seitenwände und Rückwand. Blockieren Sie keine der Belüftungsöffnungen.

Akkubetrieb

Bei Betrieb des 53220A oder 53230A mit Akkuspannungsversorgung (Option 300) kann die Missachtung der folgenden Warnungen zu Beschädigungen des Geräts, Stromschlag und schwerwiegenden Verletzungen führen:

WARNUNG

Gerät während des Akkubetriebs mit Gerätegehäuse verbinden, um die Stromschlaggefahr zu minimieren. Bei einer Unterbrechung des Schutzleiters oder bei Trennung des Geräts vom Schutzerdeanschluss besteht die Gefahr eines Stromschlags, der zu Verletzungen führen kann.

WARNUNG

Im Akkubetrieb kann das Gerätegehäuse dasselbe Float-Potenzial aufweisen wie das vom Benutzer bereitgestellte gemessene Signal.

Inhaltsverzeichnis

1 Vorbereitung für den Einsatz 13

Überblick zu vorderem Bedienfeld und Rückwand 15
- Vorderes Bedienfeld 15
- Rückwand 16
- Display 17

Informationen zum Gerät 17
- Mitgelieferte Materialien 17
- Betriebs- und Lagerungsumgebung 19
- Elektrische Anforderungen 20

Anschluss an die Spannungsversorgung 21
- Einschalt-LED-Status 21
- Standby-Spannungsversorgung 22
- Akkubetrieb 23
- Akkupflege 25
- Verwenden der integrierten Hilfe 26

Dienstprogrammfunktionen 27
- Anzeigekonfiguration 27
- Benutzerinteraktion 30
- Referenzeinstellungen 32

Organisation des Benutzerhandbuchs 36

2 53220A/53230A Softwareinstallation und Schnittstellenkonfiguration 39

Softwareanforderungen 40

Verwenden der webfähigen Schnittstelle des Zählers 41
- Anschließen des Zählers und Anzeigen seiner Startseite 41
- Überblick zur Webschnittstelle 43

Installieren der Keysight IO Libraries 45
- Installieren von Gerätetreibern 47
- Hinzufügen von Geräten zur PC-Schnittstelle 47
- Konfigurieren der Schnittstelle 48
- Konfigurieren der USB-Schnittstelle 53
- Konfigurieren der GPIB-Schnittstelle 56
- Verwenden von Interactive IO 59

Firmware- und Treiber-Updates 61
- Deaktivieren der Kalibrierungssicherheit 61
- SCPI-Sprachemulationsmodus 62
- Herunterladen und Installieren des Update-Dienstprogramms 62
- Herunterladen des Firmware-Updates 63
- Installieren des Firmware-Updates 63
- Herunterladen von IVI-COM-Treiber-Updates 67

3 53220A/53230A Messungen 69

Übersicht der Zählermessungen 70

Referenzoszillator-Konfiguration 72
- Referenzoszillator-Quelle 72
- Standby-Spannungsversorgung des Referenzoszillators (Option 010) 76

Einstellen des Messmodus 77

Einstellen der Messungs-Zeitüberschreitung 80

SCPI-Syntaxkonventionen 82

Die MEASure- und CONFigure-Befehle 84
Verwenden von MEASure 86
Verwenden von CONFigure 86

Frequenz- und Periodenmessungen 88
Frequenz 88
Frequenzverhältnis 90
Periode 92
Zeitstempel 94

Zeitintervallmessungen 97
Zeitintervall 97
Anstiegszeit und Abfallzeit 101
Pulsbreite 104
Arbeitszyklus 107
Phase 111
Einzelperiode 113

Summierte Messungen 115
Torgesteuert 115
Fortlaufend 118

Burst-Impulsmessungen 120
Trägerfrequenz 122
Impuls-PRI und -PRF 123
Positive und negative Breiten 125

4 53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung 127

Kanaleigenschaften 128

Signalkonditionierungspfad 128
Eingangsimpedanz 130
Eingangsbereich 132
Eingangskopplung 134
Filter für Bandbreitenlimit (Tiefpassfilter) 135
Schwellenwert und Empfindlichkeit 137

Empfindlichkeitsbereich für Burst-Messungen 144
Rauschunterdrückung (Hysterese) 146
Schwellenwertsteigung 147

Messen von Eingangssignalpegeln und Signalstärke 148

5 Triggern und Gating 151

Einstellungenübersicht 152
Trigger- und Gate-Zeitachse 153

Trigger- und Gate-Zyklus 153
Systemtrigger 156
'Warten-auf-Trigger'- und Getriggert-Status 162

Mess-Gate 164
Gate-Setup 165
Frequenzmessungen 166
summieren 173
Zeitintervallmessungen 178
Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC 181
Burst-Trägerfrequenzmessungen 182
Erweiterte Gate-Steuerung – Gate-Start 187
Erweiterte Gate-Steuerung – Gate-Stopp-Holdoff und Gate-Stopp 193
Automatische Gate-Erweiterung 200

6 53220A/53230A Mathematische Funktionen, grafische Darstellung und Datenprotokollierung 201

Mathematische Funktionen 202
Aktivieren des CALculate1-Subsystems 203
Glätten von Daten 204
Skalierungsfunktionen 205
Statistiken 213
Grenzüberprüfung 218

Histogramme 222
Anzeigen von Histogrammen 223
Histogrammkonfiguration 225
Trenddiagramme 235
Anzeigen von Trenddiagrammen 236
Datenprotokollierung 242
Grafikfunktionen und Messwertspeicher 248

7 Formate und Datenfluss 249

Messwertformate und Datenfluss 250
Angeben eines Formats 251
Einstellen der Byte-Reihenfolge für die Blockübertragung 251
Datenfluss 252
Zählerdateisystem 259
Erstellen von Ordnern und Dateien im Flash-Speicher und auf dem USB-Laufwerk 261
Benutzerdefinierte Einschaltstatus 270
Verwalten von Ordnern und Dateien 273

8 Gerätestatus 279

Keysight 53220A/53230A Statussystem 281
„Questionable Data“-Registergruppe 281
„Standard Operation“-Registergruppe 282
„Standard Event“-Register 284
„Status Byte“-Register 285

A 53220A/53230A Fehlermeldungen 287

Index 303

1
Vorbereitung für den Einsatz

Überblick zu vorderem Bedienfeld und Rückwand 15
- Vorderes Bedienfeld 15
- Rückwand 16
- Display 17

Informationen zum Gerät 18
- Mitgelieferte Materialien 18
- Betriebs- und Lagerungsumgebung 19
- Elektrische Anforderungen 20

Anschluss an die Spannungsversorgung 21
- Einschalt-LED-Status 21
- Standby-Spannungsversorgung 22
- Akkubetrieb 23
- Akkupflege 25
- Verwenden der integrierten Hilfe 26

Dienstprogrammfunktionen 27
- Anzeigekonfiguration 27
- Benutzerinteraktion 30
- Referenzeinstellungen 32

Organisation des Benutzerhandbuchs 36

Willkommen. Dieses Benutzerhandbuch enthält Informationen zu Konfiguration und Betrieb der universellen 350-MHz-Frequenzzähler/-Timer 53220A/53230A von Keysight.

Der 53220A/53230A ist ein 2U-Gerät mit halber Modulbreite der LXI Klasse C. 2U und halbe Modulbreite beziehen sich auf die Abmessungen des 53220A/53230A im Verhältnis zu standardmäßigen EIA-Rack-Abmessungen. LXI, die Abkürzung für LAN eXtensions for Instrumentation, ist ein Standard für Geräte, die das Ethernet (LAN) als primäre Fernkommunikationsschnittstelle verwenden.

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

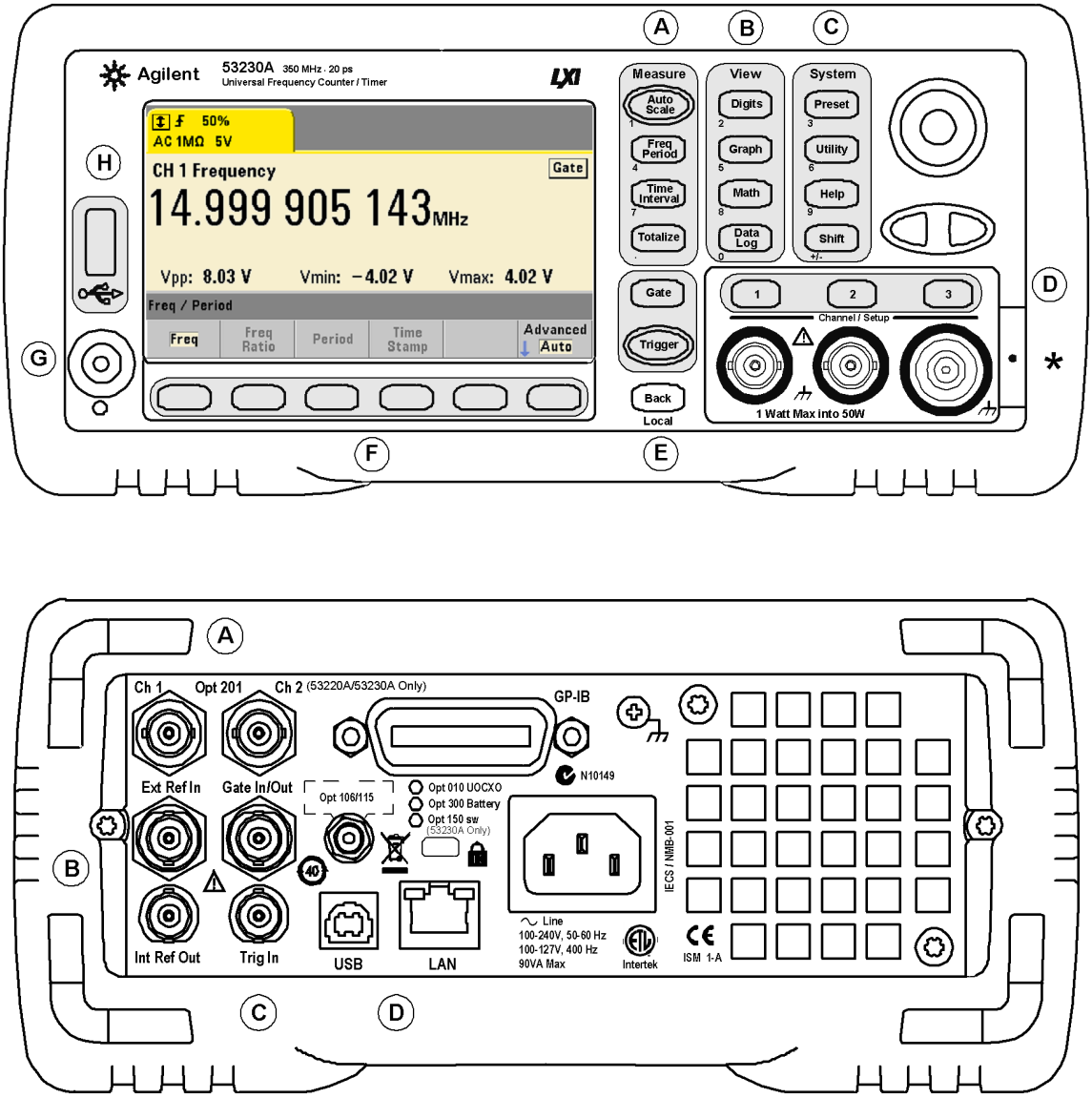


Abbildung 1-1. Der universelle Frequenzzähler/Timer 53220A/53230A

Überblick zu vorderem Bedienfeld und Rückwand

Abbildung 1-1 zeigt vorderes Bedienfeld und Rückwand des universellen 350-MHz-Frequenzzählers/-Timers 53230A von Keysight. 53220A und 53230A haben dieselben Abmessungen und verfügen über dieselben Produktoptionen, davon ausgenommen ist die Firmwareoption 150 für die Impulsmessung, die nur für den 53230A erhältlich ist.

Vorderes Bedienfeld

Die schattierten Bereiche des vorderen Bedienfelds kennzeichnen Tasten, die ähnliche Funktionen ausführen. Diese Bereiche werden unten kurz beschrieben.

A. **Messungstasten** - Anzeige von Softkey-Menüs, in denen die Messfunktion ausgewählt wird. Auto Scale erfasst das Eingangssignal (mehr als 100 Hz) an Eingangskanal 1, 2 oder 3 und legt automatisch den erforderlichen Bereich und Eingangsschwellenwert für die ausgewählte Messung fest. Zählermessungen werden in **Kapitel 3** behandelt.

B. **Ansichtstasten** - Auswahl des Stils, in dem Messdaten am vorderen Bedienfeld angezeigt werden. Die Anzeigekonfiguration wird später in diesem Kapitel behandelt. Grafik, Mathematik und Datenprotokollierung werden in **Kapitel 6** behandelt.

C. **Systemtasten** - Bereitstellung das gesamte Gerät umfassender Konfiguration, die die Einstellung des Zählervoreinstellungsstatus sowie Zugriff auf Dienstprogrammfunktionen und das integrierte Hilfesystem des Zählers einschließt. Für Messkonfiguration in Verbindung mit numerischer Eingabe ändert Shift die Tastendefinitionen auf die Zahlen links unter den Tasten.

D. **Kanaltasten** - Auswahl des Eingangskanals und Anzeige des zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads verwendeten Softkey-Menüs. Beachten Sie, dass Abbildung 1-1 Kanal 3 Option 106/115 umfasst. Signalpfadkonfiguration wird in **Kapitel 4** behandelt.

E. **Gate- und Triggertasten** - Auswahl der zum Steuern der Messung verwendeten Gating- und Trigger-Softkey-Menüs. Gating und Triggern werden in **Kapitel 5** behandelt.

F. **Softkeys** - die Menüs, über die der Zähler konfiguriert wird. Die Menüs und Softkeys selbst werden mittels der oben beschriebenen „Funktions“-Tasten definiert.

G. Ein-Ausschalt-/Standby-Taste - Umschalten des Geräts zwischen ‘Ein’ und ‘Aus’ bzw. ‘Ein’ und ‘Standby’.

Standby-Spannungsversorgung (falls aktiviert) erfolgt über das Stromnetz oder Akkuoption 300 und wird angewandt, um die Temperatur des ofengesteuerten Kristalloszillators (OCXO) - Option 010 aufrechtzuerhalten. Weitere Informationen siehe „Spannungsversorgung“ **in diesem Kapitel**.

H. **USB-‘Host’-Anschluss** - verfügbar zur Übertragung von Messdaten und Gerätekonfigurationen zwischen dem Zähler und einem USB-Speichergerät. Der Anschluss des vorderen Bedienfelds ist nur zur Informationsübertragung bestimmt. Der USB-Anschluss an der Rückwand dient zur Gerätesteuerung (E/A). Der Datenfluss wird in **Kapitel 7** behandelt.

Rückwand

Die in Abbildung 1-1 gezeigte Rückwand des 53230A umfasst die Produktoption 201 (parallele Rückwandeingänge) und die GPIB-Schnittstellenoption 400. Die Anschlüsse an der Rückwand werden unten kurz beschrieben.

A. **Parallele Rückwandeingänge -** mit den Produktoptionen 201 und 202 werden an der Rückwand parallele Eingänge hinzugefügt. Beachten Sie, dass sie KEINE separaten Eingänge sind. Am Mittelleiter der Kanal-BNCs jedes Bedienfelds anliegende Signale sind AUCH am entsprechenden Mittelleiter des BNCs am gegenüberliegenden Bedienfeld vorhanden. Die Signalpfadkonfiguration wird in **Kapitel 4** behandelt.

B. **Ext Ref In** - der Anschluss zur Bereitstellung eines externen Referenzoszillatorsignals. Gültige externe Referenzoszillatorfrequenzen (Zeitbasis) sind 1, 5 und 10 MHz.

Int Ref Out - der Anschluss für den Zugriff auf den internen 10-MHz-Referenzoszillator des Zählers. Das Oszillatorsignal ist eine Sinuswelle von 0,5 Vrms (in 50Ω).

Nutzung und Konfiguration des Referenzoszillators werden in **Kapitel 3** behandelt.

C. **Gate In/Out** - ein *Eingang* für externe Gate-Signale und *Ausgang*, um das interne Gate-Signal des Zählers zu anderen Geräten zu leiten. Zusätzliche Informationen zu diesem Anschluss finden Sie im Abschnitt „Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC“ in **Kapitel 5**.

Trig In - der Anschluss zum Einspeisen eines externen Triggersignals in den Zähler. Das Triggern wird in **Kapitel 5** behandelt.

D. **USB und LAN** - die standardmäßigen Ein-/Ausgangsanschlüsse (E/A). Die Konfiguration dieser Anschlüsse und der optionalen GPIB-Schnittstelle werden in **Kapitel 2** behandelt.

Display

Das Layout des 53220A/53230A Displays wird in Abbildung 1-2 dargestellt.

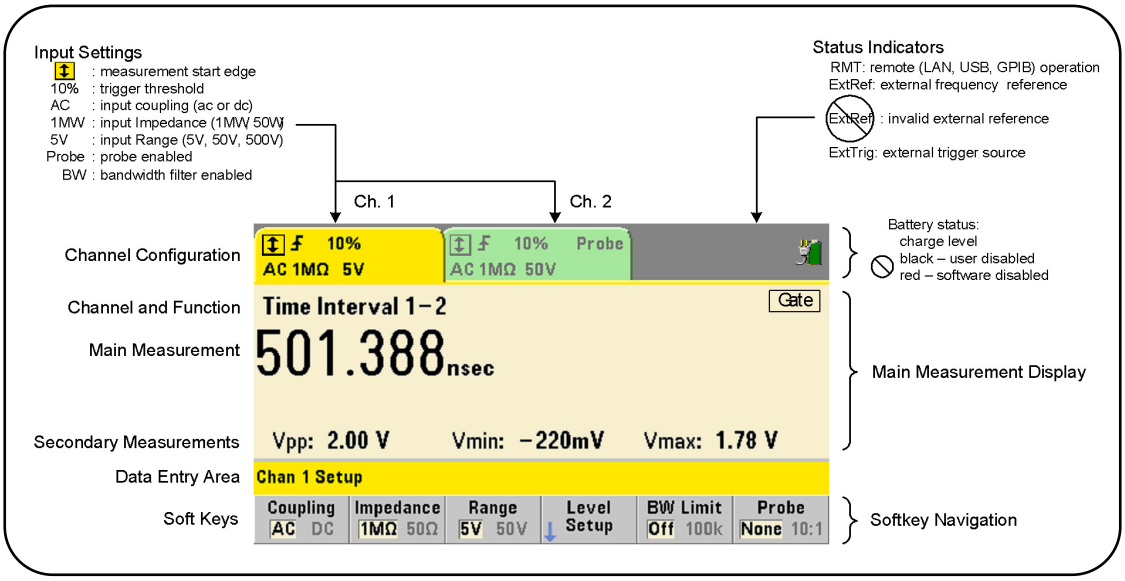


Abbildung 1-2. Das 53220A/53230A Display

Informationen zum Gerät

In diesem Abschnitt wird das im Lieferumfang des 53220A/53230A enthaltene Zubehör aufgelistet. Außerdem enthält er Informationen zur Betriebs- und Lagerumgebung sowie zu den elektrischen Anforderungen.

Mitgelieferte Materialien

Folgendes Zubehör wird standardmäßig mit dem Zähler 53220A/53230A geliefert:

1 Netzkabel

2 USB-Kabel

3 Keysight I/O Libraries Suite CD-ROM

4 Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD-ROM

Außerdem können bei der Lieferung des Geräts eine oder mehrere der folgenden Optionen installiert sein.

Tabelle 1-1. 53220A/53230A Produktoptionen.

53220A	Opt. 010: Ultrahoch-Stabilitäts-OCXO-Zeitbasis Opt. 106: 6-GHz-Mikrowelleneingang (Ch. 3) Opt. 115: 15-GHz-Mikrowelleneingang (Ch. 3) Opt. 201: Hinzufügen eines parallelen Kanal 1- und Kanal 2-Eingangs an der Geräterückwand Opt. 202: Installieren der Option 106/115 am vorderen Bedienfeld Opt. 203: Installieren der Option 106/115 an der Rückwand Opt. 300: Interner Lithium-Ionen-Smart-Akku und Ladegerät Opt. 400: GPIB-Schnittstelle
53230A	Opt. 010: Ultrahoch-Stabilitäts-OCXO-Zeitbasis Opt. 106: 6-GHz-Mikrowelleneingang (Ch. 3) Opt. 115: 15-GHz-Mikrowelleneingang (Ch. 3) Opt. 150: Impulsmikrowellen-Messungen (*nur 53230A*) Opt. 201: Hinzufügen eines parallelen Kanal 1- und Kanal 2-Eingangs an der Geräterückwand Opt. 202: Installieren der Option 106/115 am vorderen Bedienfeld Opt. 203: Installieren der Option 106/115 an der Rückwand Opt. 300: Interner Lithium-Ionen-Smart-Akku und Ladegerät Opt. 400: GPIB-Schnittstelle

HINWEIS Jede der in Tabelle 1-1 aufgelisteten Produktoptionen ist nach dem Erwerb des Geräts verfügbar. Installationsanweisungen zu den einzelnen Optionen finden Sie im 53210A/53220A/53230A Service Guide (Teilenummer 53220-90010).

No Manuals?

Für den 53220A/53230A sind drei gedruckte Handbücher verfügbar:

- Keysight 53220A/53230A Schnellstartanleitung (Teilenummer 53220-90421)
- Keysight 53220A/53230A Benutzerhandbuch (Teilenummer 53220-90411)
- Keysight 53210A/53220A/53230A Service Guide (Teilenummer 53220-90010)

53220A/53230A Option 0B0 ist die Standardoption für die Produktdokumentation. Bei Bestellung der Option 0B0 werden nur die Schnellstartanleitung und die 53210A/53220A/53230A Product Reference CD-ROM mit dem Gerät geliefert. Alle Handbücher sind auf der CD verfügbar. Um gedruckte Handbücher von Keysight zu erhalten, wenden Sie sich an Ihren Keysight-Vertriebsbeauftragten.

Der 53220A und 53230A

Die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen beziehen sich sowohl auf den 53220A als auch auf den 53230A, es sei denn, dies wurde anderweitig gekennzeichnet.

Betriebs- und Lagerungsumgebung

Beachten Sie beim **Betrieb** des Zählers 53220A/53230A die folgenden Umgebungsspezifikationen:

Umgebung:	EN61010, Verschmutzungsgrad 2; zur Verwendung in Innenräumen
Temperatur:	0 °C bis +55 °C
Luftfeuchtigkeit:	5% bis 80% RH (nicht-kondensierend)
Höhe:	bis zu 3.000 Meter

Beachten Sie beim **Lagern** des Zählers 53220A/53230A die folgenden Lagerungsspezifikationen:

Temperatur:	-30 °C bis +70 °C

Gehen Sie sorgfältig vor, wenn Sie den Zähler aus einer kalten Umgebung in eine warme Umgebung bewegen, da es zu Kondensation kommen kann. Schalten Sie das Gerät erst ein, wenn etwaige Kondensation verdunstet ist und der Zähler sich thermisch stabilisiert hat.

Elektrische Anforderungen

Die elektrischen Anforderungen des 53220A/53230A sind unten zusammengefasst.

Spannungsversorgung:	CAT I (nicht an Stromnetz anschließen) 100 bis 240 V bei 50/60 Hz (-5% bis +10%) 100 bis 120 V bei 400 Hz (± 10%)
Energieverbrauch:	90 VA max. im Einschaltzustand oder wenn optionaler Akku aufgeladen wird. 6 VA max. in Ausschaltzustand oder Standby

Leitungsspannung und -frequenz werden beim Einschalten erkannt und keine Anpassungen der Eingangsspannung (z. B. Sicherungswechsel, Leitungsspannungsauswahl) sind erforderlich.

HINWEIS

Weitere Informationen finden Sie auf der Sicherheitsinformationenseite am Anfang dieses Handbuchs. Eine vollständige Liste der Produktspezifikationen des 53220A/53230A finden Sie in dem Datenblatt, das auf der 53210A/53220A/53230A Product Reference CD (Teilenummer 53220-13601) enthalten ist, oder im Internet unter:

www.keysight.com/find/53220A
www.keysight.com/find/53230A

Anschluss an die Spannungsversorgung

Schließen Sie das Netzkabel an und drücken Sie den „Ein-/Standby“-Schalter am vorderen Bedienfeld (⏻). Während der Einschaltsequenz führt der Zähler eine automatische Kalibrierung und einen Selbsttest durch, die Folgendes beinhalten:

- Überprüfung der Spannungsversorgung
- FPGA-Test
- Überprüfung des vorderen Bedienfelds
- Überprüfung der Messplatine
- Kanal 3-Test (falls vorhanden)

- Option-300-Akku-Test (falls 300 vorhanden)

HINWEIS Wenn der 53220A/53230A beim Drücken des Ein-/Standby-Schalters nicht eingeschaltet wird, überprüfen Sie, ob das Gerät noch mit Wechselspannung versorgt wird und das Netzkabel sicher angeschlossen ist. Wenn sich das Gerät immer noch nicht einschalten lässt, der Lüfter nicht zu hören oder das Display des vorderen Bedienfelds trotz anliegender Spannungsversorgung ausgeschaltet ist, senden Sie das Gerät zur Reparatur an Keysight ein.

Einschalt-LED-Status

Die unter dem Ein-/Standby-Schalter befindliche LED zeigt den Ein-/Aus-/Standby-Zustand des Geräts an. Die verschiedenen Bedingungen sind in der Tabelle unten zusammengefasst. Der ‘Aus’-Status wird durch das Vorhandensein der OXCO-Option 010 bestimmt.

Tabelle 1-2. Status und Farbe der Einschalt-LED.

		Gerät 'Aus'		
Spannungs-quelle	**Gerät 'Ein'**	**OCXO, Standby aktiviert**	**OCXO, Standby deaktiviert**	**Kein OCXO**
Wechselstrom-leitung	Grün	Gelb	Aus	Aus
Opt. 300-Akku (aktiviert)	Grün	Gelb (blinkend)	Aus	Aus
Opt. 300-Akku (deaktiviert)	Aus	Aus	Aus	Aus

Standby-Spannungsversorgung

Die Stromverbrauchsmodi des Zählers 53220A/53230A sind „Ein", „Aus" und „Standby". Wenn das Gerät im Standby-Modus mit der Leitungsspannung verbunden ist, wird mithilfe der Standby-Spannungsversorgung die Temperatur im ultra-hochstabilen, ofengesteuerten Kristalloszillator (Option 010) aufrechterhalten.

Die Akku-Option 300 selbst liefert die Standby-Spannungsversorgung für den OCXO, wenn der 53220A/53230A nicht mit der Leitungsspannung verbunden ist.

Weitere Informationen zur Aktivierung/Deaktivierung der Standby-Spannungsversorgung finden Sie in **Kapitel 3** unter „Standby-Spannungsversorgung des Referenzoszillators".

Aus-/Einschalten und Zählergenauigkeit

Bei aktivierter Standby-Spannungsversorgung beeinflusst wiederholtes Aus-/Einschalten (Leitung oder Akku) den standardmäßigen bzw. ultra-hochstabilen OCXO nicht.

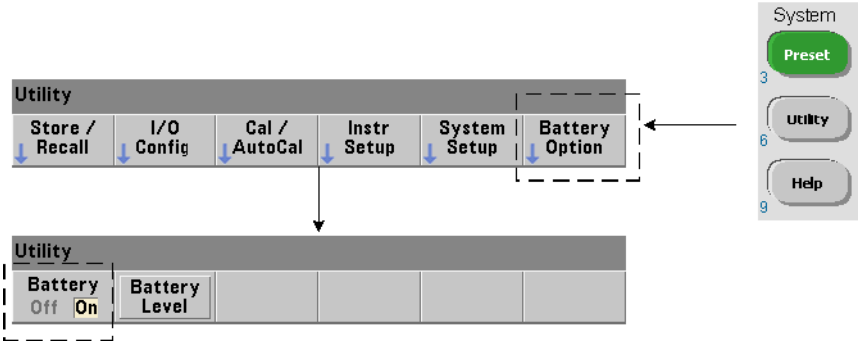
Akkubetrieb

WARNUNG

Im Akkubetrieb beträgt das maximale vom Benutzer bereitgestellte gemessene Signal ±42 V.

Gerät auch während des Akkubetriebs mit Gerätegehäuse verbinden, um die Stromschlaggefahr zu minimieren. Bei einer Unterbrechung des Schutzleiters oder bei Trennung des Geräts vom Schutzerdeanschluss besteht die Gefahr eines Stromschlags, der zu Verletzungen führen kann.

Im Akkubetrieb kann das Gerätegehäuse dasselbe Float-Potenzial aufweisen wie das vom Benutzer bereitgestellte gemessene Signal.



Wenn die Akkuoption 300 installiert und **aktiviert** ist, kann der Zähler 53220A/53230A mithilfe der Akkuspannungsversorgung bis zu drei Stunden betrieben werden.

Wenn der Zähler bei aktiviertem Akku von der Netzversorgung getrennt wird, schaltet er automatisch ohne Betriebsunterbrechung auf Akkuspannungsversorgung um. Ebenso erfolgt der Wechsel zurück zur Netzspannung ohne Unterbrechung, **sofern der Anschluss an die Netzspannung vor Deaktivieren des Akkus erfolgt**.

Aktivieren und Deaktivieren des Akkus

Bei erstmaligem Einsatz des Geräts mit der Akkuoption 300 nach dem Kauf oder wenn das Gerät längere Zeit nicht verwendet wurde, **muss** der Akku vor der Verwendung geladen werden. Laden Sie den Akku **vier Stunden** lang auf, damit er vollständig geladen wird. Das an die Netzspannung angeschlossene Gerät kann hierbei ein- oder ausgeschaltet sein.

Die Akkuoption 300 ist werkseitig **deaktiviert**. Die Akkusteuerung (aktivieren/ deaktivieren) erfolgt über die auf der vorhergehenden Seite dargestellten Tasten des vorderen Bedienfelds oder mithilfe des folgenden Befehls:

SYSTem:BATTery:ENABle {OFF|ON}
SYSTem:BATTery:ENABle? (Abfrageformular)

- **ON** aktiviert den Akku. **OFF** deaktiviert den Akku. Der Akkustatus wird im permanenten Speicher gespeichert und ändert sich beim Aus-/Einschalten bzw. nach einem Zurücksetzen (*RST) oder einer Gerätevoreinstellung (SYSTem:PREset oder Preset-Taste nicht).

Der Akku sollte aktiviert bleiben, während der Zähler die Netzspannung nutzt. Der Akku sollte nur dann **deaktiviert** werden, wenn das Gerät gelagert und über einen längeren Zeitraum nicht betrieben wird. Dies verringert die Akkuentladung.

Ablesen des Akkuladestands Drücken des Softkeys Battery Level oder Senden des Befehls:

SYSTem:BATTery:LEVel?

zeigt den Akkuladestand (in Prozent) relativ zum vollen Ladestand (100%) an.

Akku in Verwendung Vorhandensein und Status (aktiviert oder deaktiviert) des Akkus wird durch ein Akkusymbol in der oberen rechten Ecke der Anzeige (Abbildung 1-2) angezeigt. Im Fernbetrieb kann mit folgendem Befehl abgefragt werden, ob das Gerät zurzeit Netz- oder Akkuspannungsversorgung verwendet:

SYSTem:BATTery:STATus?

Der Befehl gibt **AC** zurück, wenn das Gerät Netzspannung verwendet, bzw. **BATT** bei Verwendung des internen Akkus.

In der folgenden Tabelle wird der Akkubetrieb zusammengefasst:

Betriebszeit (Typ):	3 Stunden (unter +35 °C)
Standby-Zeit (Typ):	24 Stunden (unter +35 °C, OCXO betrieben)
Ladezeit (Typ):	4 Stunden bis 100% Kapazität oder 2 Stunden bis 90% Kapazität
Temperaturbereich:	0 °C bis +55 °C (Betrieb) - Akkuladungen unter +35 °C -10 °C bis +60 °C (Lagerung)

HINWEIS Bei Akkubetrieb über der angegebenen maximalen Betriebstemperatur fährt der Akku das Gerät herunter, um seine Verwendung zu vermeiden. Zur Wiederherstellung nach einem auf diese Weise verursachten Herunterfahren muss das Gerät an die Netzspannung angeschlossen werden.

HINWEIS Eine vollständige Liste der Akkuspezifikationen sowie aller 53220A/53230A Produktspezifikationen finden Sie in dem Datenblatt, das auf der 53210A/53220A/53230A Product Reference CD enthalten ist.
(Teilenummer 53220-13601) oder im Internet unter:

www.keysight.com/find/53220A
www.keysight.com/find/53230A

Akkupflege

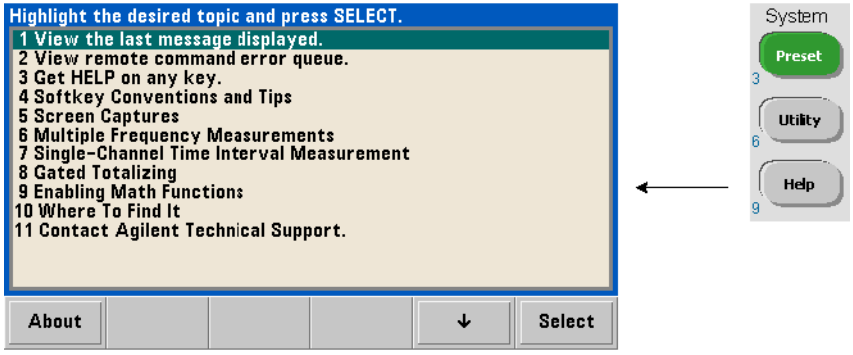
Wenn der Akku **aktiviert** und das Gerät **nicht** mit der Netzspannung verbunden ist, wird der Akku **täglich** um **30%** seiner Gesamtkapazität entladen. Wenn der Akku **deaktiviert** und das Gerät nicht mit der Netzspannung verbunden ist, wird der Akku **monatlich** um **10%** seiner Gesamtkapazität entladen.

Achten Sie bei Lagerung des Geräts ohne Anschluss an die Netzspannung darauf, dass der Akku nicht unter **10%** entladen wird. Mithilfe der folgenden Gleichung können Sie die Gerätelagerungszeit ohne Netzspannung bestimmen, nach der Sie das Gerät noch vollständig wiederaufgeladen aktivieren können:

```
Akkudeaktivierung in Monaten * 10% + Akkuaktivierung in
Tagen * 30% = 90%
```

Ein vollständig entladener Akku muss möglicherweise ausgetauscht werden, falls er sechs bis 18 Monate lang nicht wiederaufgeladen wurde.

Verwenden der integrierten Hilfe



Gerätehilfe ist durch Drücken und Halten einer beliebigen Taste des vorderen Bedienfelds oder Softkeys verfügbar. Wenn Sie die Taste Help drücken, können Sie zusätzliche Hilfethemen auswählen, inklusive Beispielen über Messungen am vorderen Bedienfeld.

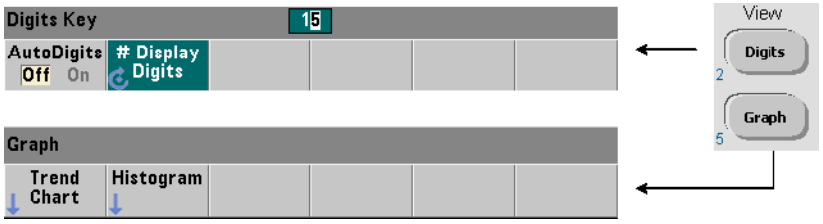
Dienstprogrammfunktionen

Mit Dienstprogrammfunktionen können Sie Funktionen des Geräts konfigurieren, die indirekt mit Messungsauswahl und -konfiguration in Beziehung stehen. Zu diesen Funktionen gehören:

- **Anzeigekonfiguration** - Anzeigesteuerung und Formatierung numerischer Daten
- **Benutzerinteraktion** - Sprachauswahl, Akustiksignale
- **Referenzeinstellungen** - Uhrzeit/Datum, Messungszeitüberschreitung, Zeitbasis, Auto-Leveling, Emulation der 53100 Serie, NISPOM-Sicherheit

Anzeigekonfiguration

Messungen können mit den unten aufgeführten Tasten in numerischer oder grafischer Form angezeigt werden.

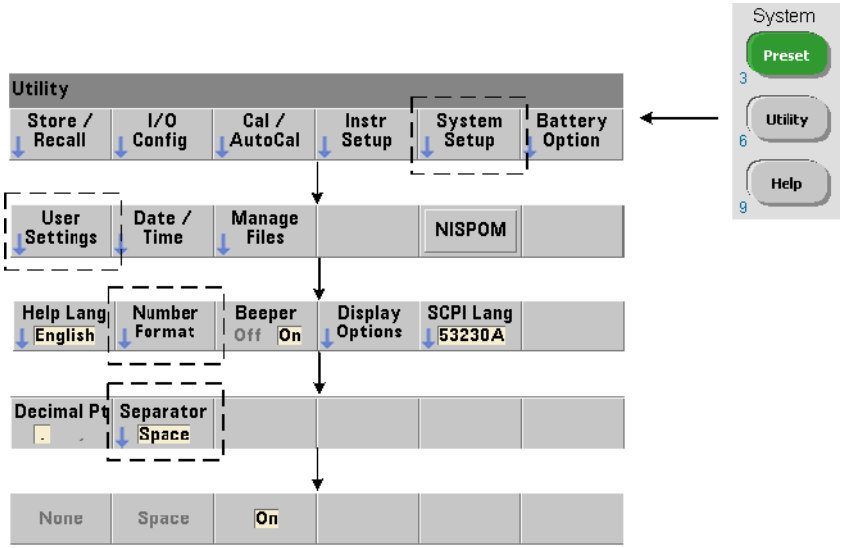


Bei AutoDigits On wird die Anzahl der angezeigten Ziffern auf Basis der Messzeit (`AUTO`, `CONTinuous`, `RECiprocal` - Kapitel 3) sowie die Auflösungsverbesserung automatisch eingestellt. Bei Off wird die Anzahl der Ziffern mit dem Drehregler oder der Umschalttaste und den numerischen Tasten eingestellt. Weitere Informationen zur Einstellung von AutoDigits On finden Sie in Kapitel 5 unter „Auflösung und Messzeit“.

Bei Auswahl von Graph werden die Daten in einem Trenddiagramm oder Histogramm angezeigt. Trenddiagramme und Histogramme werden in **Kapitel 6** behandelt.

Numerisches Format

Das in der Hauptmessanzeige (Abbildung 1-2) angezeigte Format (Basis, Dezimaltrennzeichen) numerischer Daten wird mithilfe der unten aufgeführten Tasten eingestellt.



Das Format gilt auch für numerische Messwerte in Trenddiagrammen, Histogrammen, Grenzwerttests usw.

Basis Das Dezimaltrennzeichen (Radixpunkt) zwischen Ganz- und Bruchzahlteil des Messwerts kann ein Punkt (.) oder Komma (,) sein.

Zifferngruppentrennzeichen Auf jeder Seite des Dezimaltrennzeichens (Basis) alle drei Ziffern gesetzte Zifferngruppentrennzeichen vereinfachen das Lesen angezeigter Messwerte. Als Trennzeichen kommen in Frage:

None – kein Leerzeichen zwischen Ziffern (z. B. 10.967342515 MHz).

Space – ein Leerzeichen wird nach jeweils drei Ziffern eingefügt (z. B. 10.967 342 515 MHz).

On – je nach Auswahl des Dezimaltrennzeichens (Basis) wird nach jeweils drei Ziffern ein Komma (,) oder Punkt (.) eingefügt.

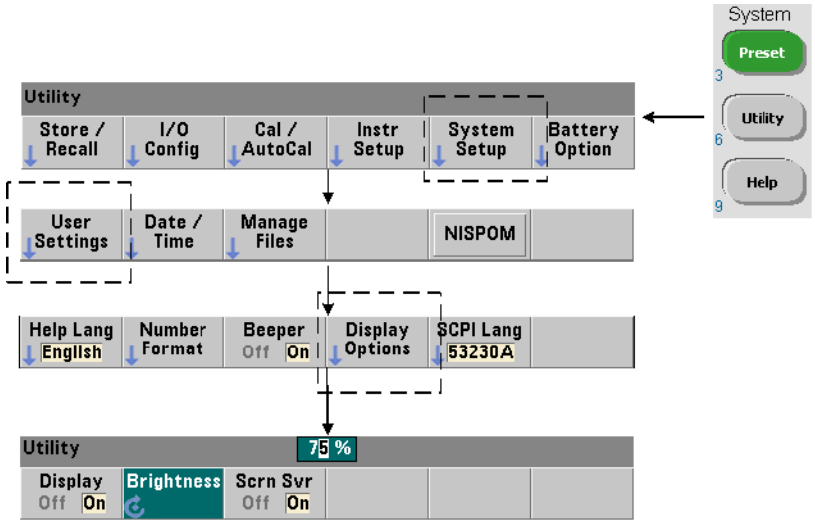
Dezimalpunktbasis: 10.967,342,515 MHz

Kommabasis: 10,967.342.515 MHz

Bildschirmsteuerung

Die Bildschirmsteuerung ist über die unten aufgeführten Tasten verfügbar.

Der Anzeigebildschirm kann ausgeschaltet werden, um den Messwertedurchsatz zu steigern, und im Bildschirmschonermodus kann Energie gespart werden. Die Bildschirmhelligkeit kann zur optimalen Anzeige in verschiedenen Umgebungen angepasst werden.

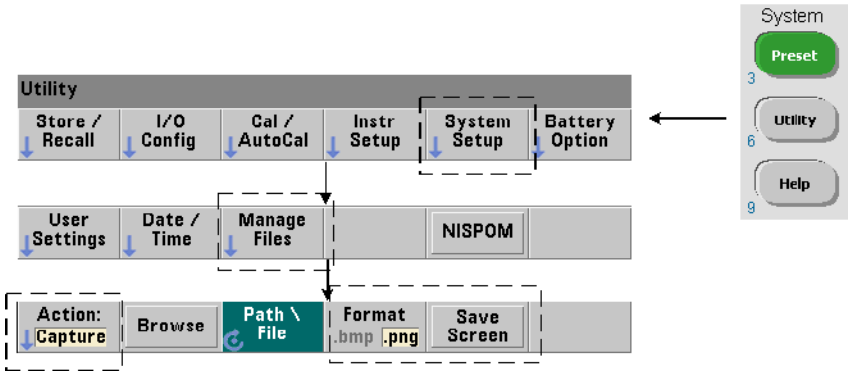


Beachten Sie, dass bei Drücken einer beliebigen Taste bei ausgeschalteter Anzeige die Anzeige wieder eingeschaltet wird.

Screenshot

Zur Dokumentation des Produkttests oder Erleichterung des Datensammelns können die Inhalte der Zähleranzeige erfasst und gespeichert werden.

Die für diese Funktion verwendeten Tasten werden unten aufgeführt.



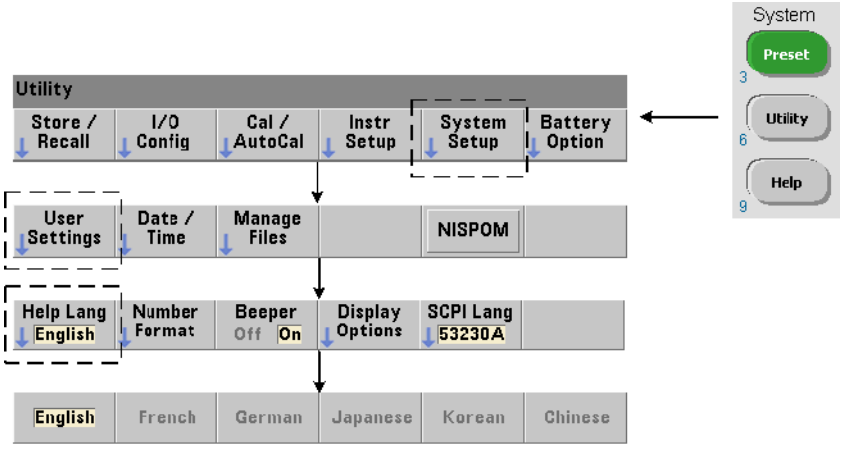
Bei dem erfassten Inhalt handelt es sich um den Anzeigezustand zu dem Zeitpunkt, zu dem die Taste [Utility] gedrückt wurde. Als Dateiformat stehen bmp (Bitmap-Dateiformat) und png (Portable Network Graphics (Bitmap)-Format) zur Auswahl. Dateien können im internen Flash-Speicher oder auf einem externen USB-Gerät gespeichert werden.

Informationen zur Auswahl von Pfaden und Erstellen von Dateinamen siehe Kapitel 7.

Benutzerinteraktion

Die in diesem Abschnitt beschriebenen Funktionen beziehen sich auf die physische Interaktion des Benutzers mit dem Gerät.

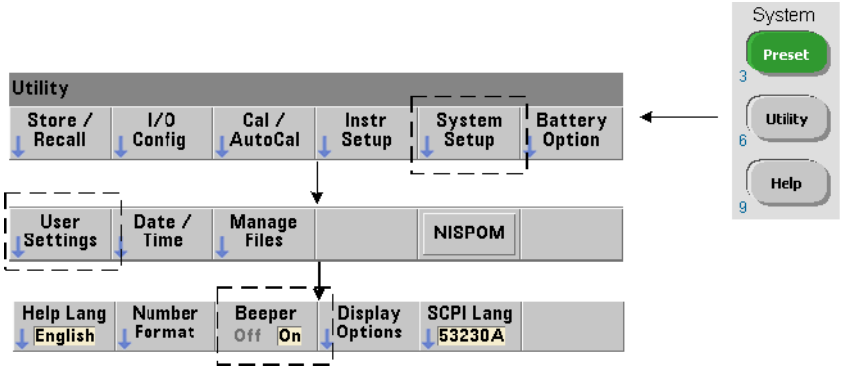
Auswahl der Sprache für die Hilfe des Geräts



Programmiermeldungen, kontextsensitive Hilfe und weitere Hilfethemen können in sechs Sprachen angezeigt werden. Die ausgewählte Sprache bleibt „aktiv“, bis sie mittels der gezeigten Tastenfolge geändert wird.

Beachten Sie, dass Beschriftungen von Menü-Softkeys nur in Englisch angezeigt werden.

Signaltoneinstellung



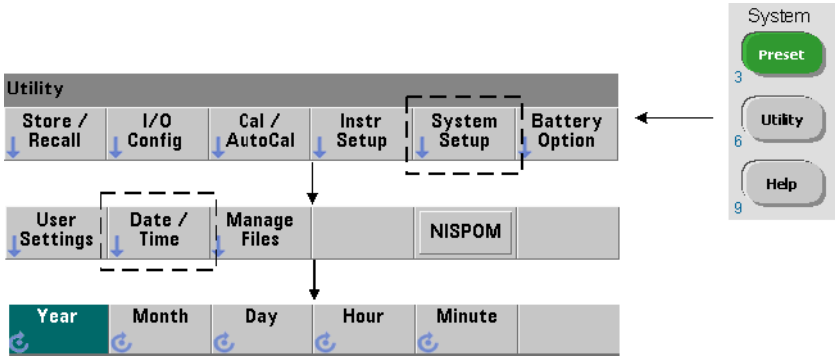
Der Signalton des Zählers zeigt einen am vorderen Bedienfeld oder über die Remoteschnittstelle generierten Programmierfehler an. Durch Ausschalten des Signaltons wird die Audiosignalisierung deaktiviert.

Beachten Sie, dass die Signaltoneinstellung nicht für den Ton gilt, der ertönt, wenn eine Taste auf dem vorderen Bedienfeld gedrückt wird.

Referenzeinstellungen

Referenzeinstellungen sind Zählereinstellungen, die für alle Zählermessungen gelten.

Datum und Uhrzeit



Datum und Uhrzeit für die Echtzeituhr des Zählers werden mit folgenden Befehlen eingestellt:

```
SYSTem:DATE <Jahr>,<Monat>,<Tag>
SYSTem:DATE?                                (Abfrageformular)

SYSTem:TIME <Stunde>,<Minute>,<Sekunde>
SYSTem:TIME?                                (Abfrageformular)
```

Die Bereichswerte für Datum und Uhrzeit sind:

```
Jahr: 2000-2099       Stunde: 0-23
Monat: 1-12           Minute: 0-59
Tag: 1-31            Sekunde: 0-59.999
```

Die Echtzeituhr ist batteriegepuffert und behält Datum und Uhrzeit bei, wenn die Spannungsversorgung ausgeschaltet ist. Es gibt keine automatische Einstellung oder automatische Wiederherstellung von aktueller Zeit und aktuellem Datum.

Messungs-Zeitüberschreitung

Die Messungs-Zeitüberschreitung ist die für **jede** Messung zulässige Zeitspanne, innerhalb der sie abgeschlossen sein muss. Wenn eine Messung **nicht** vor dem Zeitüberschreitungswert abgeschlossen ist, wird `9.91E37` (keine Nummer) zurückgegeben und die Anzeigendarstellung ist: `-------`. Die Sequenz wird mit dem nächsten Messwert in der Samplingzahl fortgesetzt.

Die Angabe einer Zeitüberschreitung verhindert, dass das Gerät für unbestimmte Zeit angehalten wird, wenn eine Messung aus beliebigen Gründen nicht abgeschlossen werden kann.

Die standardmäßige und werkseitige Zeitüberschreitung beträgt **1 Sekunde**. Weitere Informationen finden Sie in Kapitel 3 unter „Einstellen der Messungs-Zeitüberschreitung“.

Zeitbasis

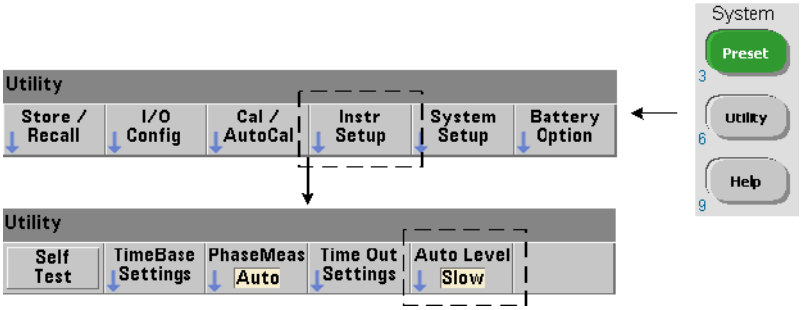
53220A/53230A Messungen basieren auf einem Referenzoszillator – auch als interne/ externe Takt- oder **Zeitbasis** bezeichnet. Ein gültiges Referenzoszillatorsignal muss für die Durchführung von Messungen vorhanden sein.

Ausführlichere Informationen zu Auswahl und Konfiguration der Referenzoszillator-Quelle finden Sie in Kapitel 3 unter „Referenzoszillator-Konfiguration“.

Auto-Level

Der Schwellenwert ist der Triggerwert (Eingang), bei dem der Zähler mit der Messung beginnt. Auto-Level ist die automatische Einstellung dieses Schwellenwerts auf der Basis der positiven und negativen Spitzen des Eingangssignals.

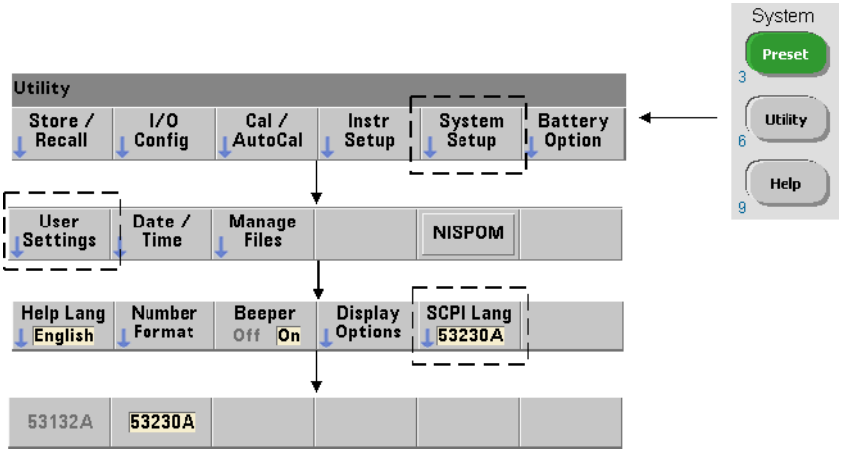
Die Mindestfrequenz, bei der Auto-Leveling auftreten kann, wird wie gezeigt eingestellt.



Slow legt die Mindestfrequenz für Auto-Leveling auf 50 Hz fest. Fast legt die Mindestfrequenz für Auto-Leveling auf 10 kHz fest.

Zusätzliche Informationen zur Verwendung von Auto-Level finden Sie in Kapitel 4 unter „Schwellenwert und Empfindlichkeit“.

Keysight 53100 Serie-Zähleremulationsmodus



Der Emulationsmodus des 53220A/53230A aktiviert den Keysight 53132A SCPI-Befehlssatz zur Verwendung mit dem Zähler.

Der Emulationsmodus kann auch mit folgendem Befehl aktiviert werden:

SYSTem:LANGuage "<Sprache>"
SYSTem:LANGuage? (Abfrageformular)

- Mit **Sprache** wird der verwendete SCPI-Befehlssatz ausgewählt. Die Angabe 53132A aktiviert den Emulationsmodus. Die Angabe 53220A oder 53230A deaktiviert den Modus.

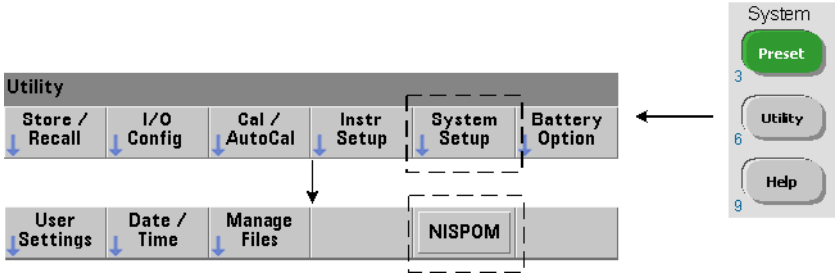
Bei Auswahl des 53100 Serien-Kompatibilitätsmodus findet die gesamte Programmierung über die Remoteschnittstelle (LAN, USB, GPIB) des Zählers statt. Die Zähleranzeige reagiert auf die empfangenen Remotebefehle.

Durch Drücken einer beliebigen Bedienfeldtaste im Kompatibilitätsmodus 53100 wechselt der Zähler in den Modus der Serie 53200 zurück. Das Festlegen eines Modus oder Wechseln von einem Modus in den anderen erfordert jeweils einen Neustart des Geräts. **Bei der Aktualisierung der Geräte-Firmware muss „53220A oder 53230A Modus“ eingestellt werden**.

Die Dokumentation des `53132A`-Befehlssatzes **wird nicht** mit diesem Gerät (53220A/53230A) geliefert. Die Nutzung dieses älteren SCPI-Befehlssatzes wird nicht für neue Anwendungen empfohlen, er ist jedoch verfügbar für Kunden, die ihn benötigen.

Sichern des Geräts

Der Zähler 53220A/53230A kann, wie im Folgenden gezeigt, gemäß dem National Industrial Security Program Operating Manual (NISPOM) gesichert werden.



Organisation des Benutzerhandbuchs

Dieses Benutzerhandbuch ist für den Anwender geschrieben, der das Gerät über das vordere Bedienfeld bedient, und für den Programmierer, der den Zähler über eine Remoteschnittstelle (LAN, USB, GPIB) steuert. Demzufolge enthalten die meisten Themen eine Tastensequenz für das vordere Bedienfeld, gefolgt von den entsprechenden SCPI-Befehlen. Zum Beispiel:

Die Eingangsimpedanz des Zählers 53220A/53230A kann mithilfe des folgenden Befehls auf 50Ω oder 1 MΩ eingestellt werden:

```
INPut[{1|2}]:IMPedance {<Impedanz>|MINimum|MAXimum|
DEFault}
```

```
INPut[{1|2}]:IMPedance? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
                                                (Abfrageformular)
-----------------------------------------------------------------
```

Die in der Regel darauf folgende Beschreibung des Vorgangs gilt sowohl für das vordere Bedienfeld als auch für die Remotenutzung.

Zur allgemeinen Referenz sind die in diesem Handbuch enthaltenen Informationen wie in Abbildung 1-3 organisiert.

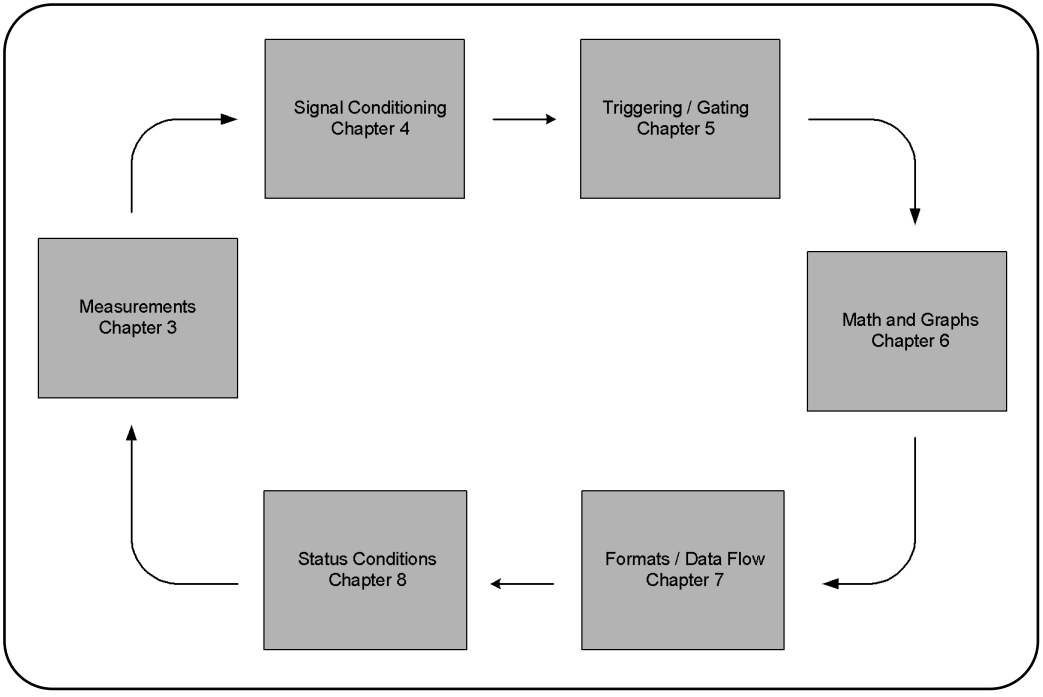


Abbildung 1-3. Organisation des 53220A/53230A Benutzerhandbuchs

2
53220A/53230A Softwareinstallation und Schnittstellenkonfiguration

Softwareanforderungen 40
Verwenden der webfähigen Schnittstelle des Zählers 41
Anschließen des Zählers und Anzeigen seiner Startseite 41
Überblick zur Webschnittstelle 43
Installieren der Keysight IO Libraries 45
Installieren von Gerätetreibern 47
Hinzufügen von Geräten zur PC-Schnittstelle 47
Konfigurieren der Schnittstelle 48
Konfigurieren der USB-Schnittstelle 53
Konfigurieren der GPIB-Schnittstelle 56
Verwenden von Interactive IO 59
Firmware- und Treiber-Updates 61
Deaktivieren der Kalibrierungssicherheit 61
SCPI-Sprachemulationsmodus 62
Herunterladen und Installieren des Update-Dienstprogramms 62
Herunterladen des Firmware-Updates 63
Installieren des Firmware-Updates 63
Herunterladen von IVI-COM-Treiber-Updates 67

Dieses Kapitel enthält Informationen zu E/A-Bibliotheken, Treibern und Schnittstellen, die zum Programmieren des 53220A/53230A aus ausgewählten Entwicklungsumgebungen verwendet werden. Das Kapitel enthält eine Einführung zur Verwendung der webfähigen Schnittstelle des Zählers und bietet Informationen zur Aktualisierung der Geräte-Firmware.

Softwareanforderungen

Die zur Programmierung des 53220A/53230A verfügbaren Umgebungen hängen von den installierten E/A-Bibliotheken und Treibern ab. Die im Lieferumfang des 53220A/53230A enthaltene E/A-Software befindet sich auf folgender CD:

- Keysight Automation-Ready CD: **Keysight IO Libraries Suite**

Die IVI-C- und IVI-COM-Treiber für das Gerät finden Sie im Internet unter:

www.keysight.com/find/53220A oder www.keysight.com/find/53230A

Tabelle 2-1 fasst die Umgebungen, E/A-Treiberempfehlungen und den Speicherort (Medien), wo spezifische Treiber und Bibliotheken zu finden sind, zusammen.

Tabelle 2-1. 53220A/53230A Entwicklungsumgebungen und Treiber.

Benutzerschnittstelle	Entwicklungsumgebung	E/A-Treiberempfehlungen
LAN	Webfähige Geräteschnittstelle > SCPI-Befehlsschnittstellenfenster	Java™-fähiger Webbrowser (verfügbar unter www.java.com)
LAN, GPIB, USB	Keysight Connection Expert > Interaktives E/A-Fenster	Keysight IO Libraries CD*
LAN, GPIB, USB	Microsoft® Visual Studio® > Visual C++	**VISA** - Keysight IO Libraries CD* **IVI-C** - Web
LAN, GPIB, USB	Microsoft® Visual Studio® > Visual Basic	**VISA-COM** - Keysight IO Libraries* **IVI-COM** - Web
LAN, GPIB, USB	Microsoft® Visual Studio® .NET > C#, C++, Visual Basic	**IVI-COM** - Web
LAN, GPIB, USB	Keysight VEE	**IVI-COM** - Web
LAN, GPIB, USB	National Instruments LabVIEW™	53220A/53230A Native-Modus-Treiber **IVI-C** - Web
LAN, GPIB, USB	National Instruments LabWindows/CVI	**IVI-C** - Web
* Aktuelle Version der Keysight IO Libraries Suite unter www.keysight.com.		

Verwenden der webfähigen Schnittstelle des Zählers

Der Betrieb des Zählers 53220A/53230A über die Webschnittstelle setzt einen Java™-fähigen Webbrowser, jedoch **keine zusätzlichen** (d. h. benutzerinstallierten) Bibliotheken oder Treiber voraus. Die Webschnittstelle bietet Zugriff auf den SCPI-Befehlssatz des Zählers.

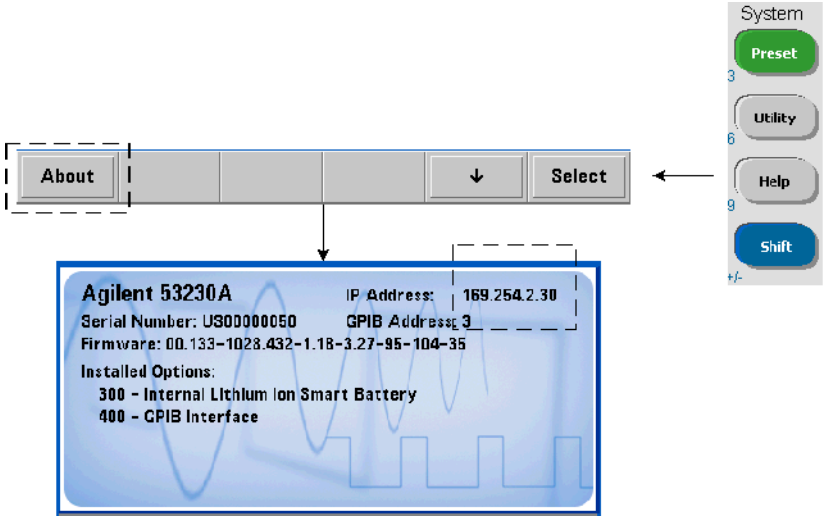
HINWEIS In diesem Abschnitt werden die primär zum Programmieren des 53220A/53230A verwendeten Webseiten und Fenster beschrieben. Um zusätzliche Informationen zu in diesem Handbuch nicht behandelten Funktionen oder Seiten zu erhalten, nutzen Sie die Hilfe zu den einzelnen Webseiten.

Anschließen des Zählers und Anzeigen seiner Startseite

Schließen Sie den Zähler **direkt** oder mittels eines Standard-LAN-Kabels über einen **Netzwerk**-Switch an den PC an.

Erhalten der IP-Adresse

Schalten Sie den Zähler ein und öffnen Sie den Webbrowser. Warten Sie einen Moment, bis die IP-Adresse des Zählers zugewiesen ist (entweder über DHCP oder AUTO IP). Die IP-Adresse können Sie wie gezeigt vom vorderen Bedienfeld des Zählers ablesen.



Geben Sie die IP-Adresse in das Adressfenster des Browsers ein. Mit Aktivierung von

„Advanced information...“ sollte die Web-Startseite des Zählers wie in Abbildung 2-1 dargestellt angezeigt werden.

Browser-Konfiguration

In manchen Netzwerkkonfigurationen kann ein Proxyserver den Zugriff auf das Gerät nach Eingabe der IP-Adresse verhindern (d. h. „page cannot be displayed“). In diesem Fall muss der Proxyserver vom Browser aus so konfiguriert werden, dass er nicht für (IP-)Adressen aus dem Bereich derer, die dem 53220A/53230A zugewiesen werden können, verwendet wird.

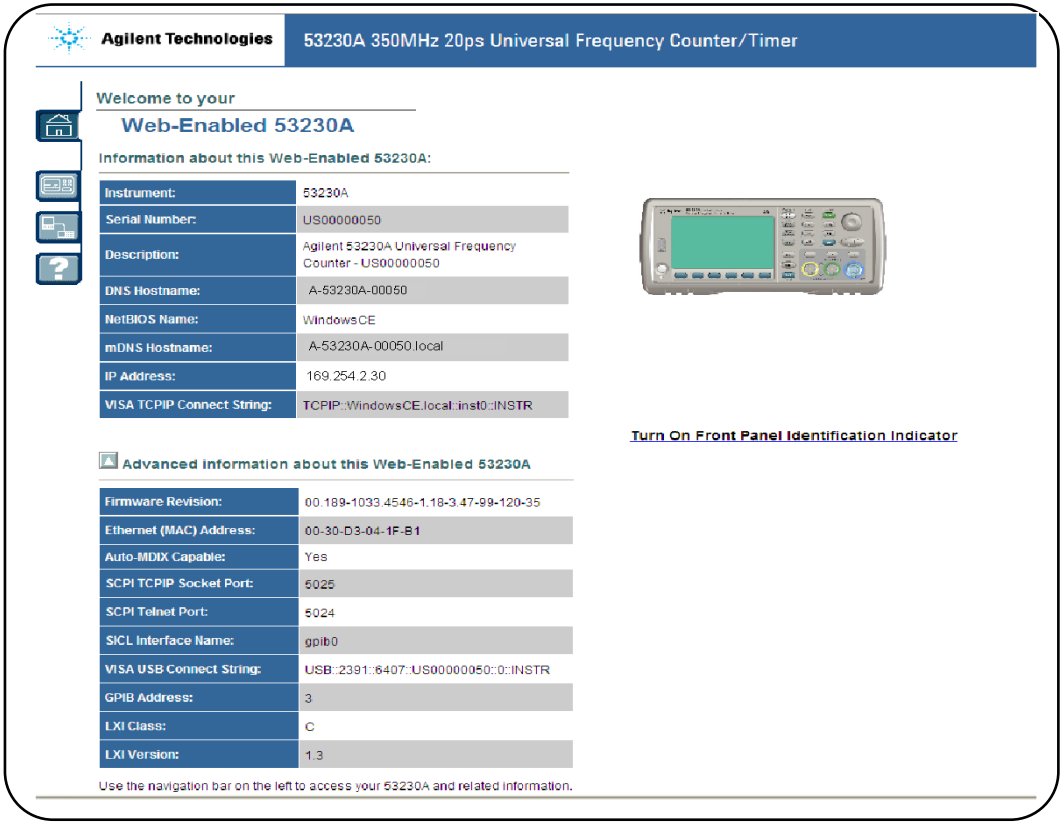

Agilent Technologies
53230A 350MHz 20ps Universal Frequency Counter/Timer
Welcome to your
Web-Enabled 53230A
Information about this Web-Enabled 53230A:
Instrument: 53230A
Serial Number: US00000050
Description: Agilent 53230A Universal Frequency Counter - US00000050
DNS Hostname: A-53230A-00050
NetBIOS Name: WindowsCE
mDNS Hostname: A-53230A-00050.local
IP Address: 169.254.2.30
VISA TCPIP Connect String: TCPIP::WindowsCE.local::inst0::INSTR
Turn On Front Panel Identification Indicator
Advanced information about this Web-Enabled 53230A
Firmware Revision: 00.189-1033.4546-1.18-3.47-99-120-35
Ethernet (MAC) Address: 00-30-D3-04-1F-B1
Auto-MDIX Capable: Yes
SCPI TCPIP Socket Port: 5025
SCPI Telnet Port: 5024
SICL Interface Name: gpib0
VISA USB Connect String: USB::2391::6407::US00000050::0::INSTR
GPIB Address: 3
LXI Class: C
LXI Version: 1.3
Use the navigation bar on the left to access your 53230A and related information.

Abbildung 2-1. Die Begrüßungsseite der webfähigen Schnittstelle des 53230A

HINWEIS Öffnen Sie beim Steuern mehrerer Gerät zur mühelosen Internet-Browser-Navigation für jedes webfähige Gerät eine separate Browser-Sitzung.

HINWEIS Obgleich zur Verwendung dieser Webschnittstelle keine weiteren Bibliotheken oder Treiber erforderlich sind, kann der Zugriff auf die Schnittstelle auch über Keysight Connection Expert (KCE) erfolgen. Weitere Informationen siehe „Öffnen der Webschnittstelle über Keysight Connection Expert“

Überblick zur Webschnittstelle

Die folgenden Informationen dienen als Einführung zur Webschnittstelle des Zählers.

Die Begrüßungsseite des Zählers (Abbildung 2-1), auf der E/A-Informationen angezeigt werden, kann zur Identifikation eines angeschlossenen Geräts verwendet werden und enthält Menüregisterkarten für den Zugriff auf weitere Funktionalität des Zählers.

Damit der Zähler unter anderen Geräten, die seine Webschnittstellen-Startseite verwenden, mühelos identifiziert werden kann, ändert sich bei Klicken auf:

Turn On Front Panel Identification Indicator

die Zähleranzeige zu „**LXI Web Identify**“, bis die Anzeige ausgeschaltet wird durch Klicken auf:

Turn Off Front Panel Identification Indicator

Programmieren des Zählers

Bei Auswahl des Symbols ‘Fernsteuerung’ (zweites von oben) auf der Begrüßungsseite wird das in Abbildung 2-2 dargestellte Fenster Interactive IO geöffnet. Über dieses Fenster können SCPI-Befehle an das Gerät gesendet werden.

HINWEIS

Andere Webschnittstellenseiten als die ‘Begrüßungsseite’ sind möglicherweise kennwortgeschützt. Werkseitig wird kein Kennwort eingestellt; dennoch könnte ein Dialogfeld zur Kennworteingabe angezeigt werden. Klicken Sie auf das Dialogfeld, um fortzufahren.

Ist die Seite kennwortgeschützt und das Kennwort unbekannt, wird das Kennwort durch Drücken von [Utility], (I/O Config), (LAN Reset) am vorderen Bedienfeld gelöscht.

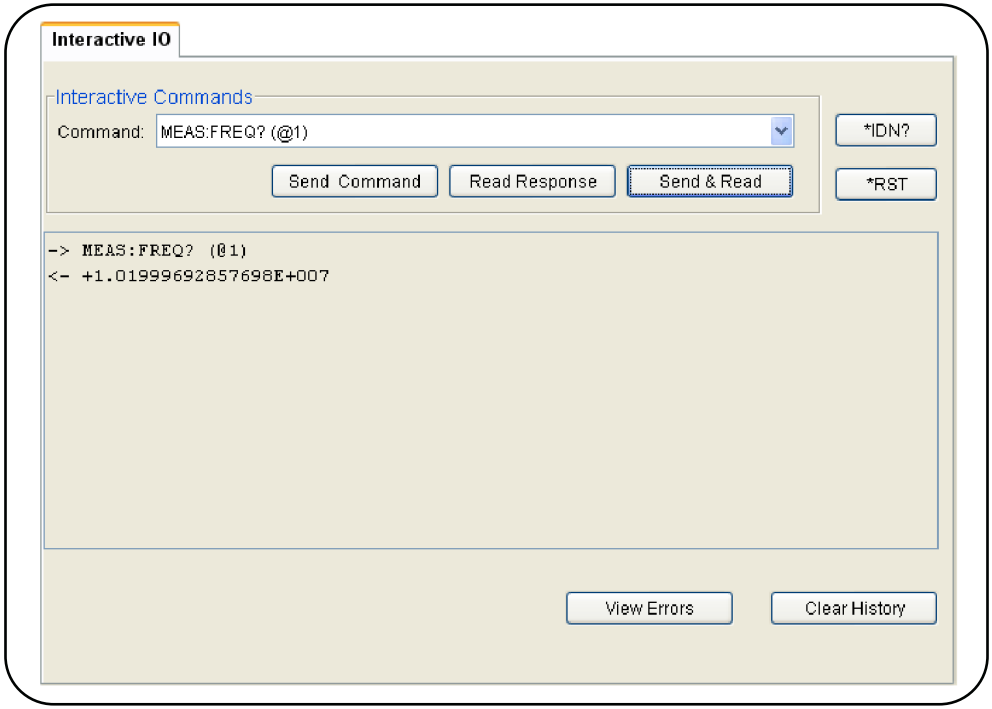


Abbildung 2-2. Die webbasierte SCPI-Befehlsschnittstelle

Jeder Befehl im SCPI-Befehlssatz des Zählers kann an das Gerät gesendet werden. Abfragebefehle, deren Syntax ‘?’ enthält, geben Daten zurück und können durch Auswahl von Send & Read nach Eingabe des Befehls gesendet werden. Befehle, die keine Daten zurückgeben, werden mit Send Command gesendet.

Ändern der LAN-Einstellungen und Verwenden des Kennwortschutzes

Über das Symbol Netzwerkkonfigurationsseite greifen Sie auf die LAN-Einstellungen des Zählers zu und können ein Kennwort festlegen, um unberechtigten Zugriff auf die Webgeräteschnittstelle zu verhindern. Wählen Sie Modify Configuration zum Ändern und Speichern von Einstellungen.

Installieren der Keysight IO Libraries

Die Keysight IO Libraries enthalten die zur Programmierung des 53220A/53230A in Microsoft®-Entwicklungsumgebungen verwendeten VISA- und VISA-COM-Bibliotheken (Tabelle 2-1). Mithilfe der VISA- und VISA-COM-Bibliotheken können Sie Befehle aus dem 53220A/53230A SCPI-Befehlssatz an das Gerät senden. Die E/A-Bibliotheken enthalten auch den später in diesem Kapitel beschriebenen und verwendeten **Keysight Connection Expert**.

HINWEIS Die Keysight IO Libraries (VISA und VISA-COM) müssen **vor** der Installation anderer E/A-Treiber (z. B. IVI-C, IVI-COM) installiert werden.

HINWEIS Die IO Libraries und Dienstprogramme von Keysight werden häufig aktualisiert, damit sie zusätzliche Funktionen enthalten und noch besser nutzbar sind. Die in diesem Kapitel verwendeten Abbildungen repräsentieren die zum Zeitpunkt des Drucks aktuell verfügbare Version der IO Libraries. Vielleicht besitzen Sie eine andere Version, doch die Prozesse, mit denen Geräte konfiguriert und einer Schnittstelle hinzugefügt werden, bleiben im Wesentlichen identisch.

Die IO Libraries befinden sich auf der Keysight Automation-Ready CD oder können auf der Seite 'Electronic Test & Measurement Software' heruntergeladen werden unter:

http://www.keysight.com

Prüfen Sie vor Installieren der E/A-Bibliotheken anhand Tabelle 2-2, ob Ihr Computer die Anforderungen der aktuellen Version der Software erfüllt.

Tabelle 2-2. Systemanforderungen der Keysight IO Libraries Suite

Betriebssystem	Windows XP (SP 3 oder höher)	Windows Vista/Windows 7 32-/64-Bit-Editionen
Prozessor	600 MHz oder höher erforderlich 800 MHz empfohlen	1 GHz 32-Bit (x86) 1 GHz 64-Bit (x64)
Verfügbarer Arbeitsspeicher	256 MB Minimum 1 GB oder mehr empfohlen	1 GB Minimum
Verfügbarer Plattenspeicherplatz	1.5 GB * 1 GB empfohlen für Microsoft .NET Framework 2.0 SP2 * 65 MB für Keysight IO Libraries Suite	1.5 GB * 1 GB empfohlen für Microsoft .NET Framework 2.0 SP1 * 65 MB für Keysight IO Libraries Suite
Video	Super VGA (800x600) mit 256 Farben oder mehr	Unterstützung für DirectX 9-Grafik mit 128 MB Grafikspeicher (empfohlen) (Super VGA-Grafik wird unterstützt.)
Webbrowser	Microsoft Internet Explorer 6.0 oder höher	Microsoft Internet Explorer 7 oder höher
Hinweis: Aufgrund des Installationsverfahrens ist für den Betrieb unter Umständen weniger Arbeitsspeicher erforderlich als für die Installation.		

Laden der Software

Schließen Sie alle Anwendungen auf dem PC. Legen Sie die Keysight Automation-Ready CD in das Laufwerk ein. Folgen Sie für eine *typische* Installation den angezeigten Anweisungen. **Akzeptieren Sie auf Aufforderung alle angegebenen Standardver-zeichnisse**.

Wenn die Installation der E/A-Bibliotheken nicht automatisch startet, wählen Sie **Start** > **Ausführen** im **Start**menü von Windows und geben Sie <Laufwerk>:\autorun\ auto.exe ein, wobei <Laufwerk> das CD-Laufwerk bezeichnet.

HINWEIS Ist zurzeit die Implementierung von VISA (Virtual Instrument Software Architecture) eines anderen Anbieters auf Ihrem Computer installiert, setzen Sie die Installation der Keysight IO Libraries durch Installieren von Keysight VISA im ***parallelen*** Modus fort. Weitere Informationen zum ***parallelen*** Betrieb finden Sie in der (nach Abschluss der Installation verfügbaren) IO Libraries Suite Help unter „Using Keysight's and Other Vendors' Products Together".

Schließen Sie nach Installation der E/A-Bibliotheken den Installationsassistenten. Falls zutreffend, fahren Sie wie unten beschrieben mit der Gerätetreiberinstallation fort. Fahren Sie andernfalls mit dem Abschnitt „Hinzufügen von Geräten zur PC-Schnittstelle“ dieses Kapitels fort.

Installieren von Gerätetreibern

Interchangeable Virtual Instrument (IVI)-Treiber werden (wenn verfügbar) zur Programmierung des 53220A/53230A mit Keysight VEE, mit National Instruments ® LabVIEW™ oder in Microsoft®-Entwicklungsumgebungen verwendet.

Installieren Sie den entsprechenden Treiber auf Basis der von Ihnen eingesetzten Entwicklungsumgebung (Tabelle 2-1). **Akzeptieren Sie auf Aufforderung alle während der Installation angegebenen Standardverzeichnisse**. **Der Setup-Typ „Typical“ ist für die meisten Benutzer geeignet.**

HINWEIS Bei Installation der Keysight IO Libraries werden die Interchangeable Virtual Instrument (IVI) Shared Components installiert. Die IVI Shared Components sind erforderlich, **bevor** die IVI-Treiber (z. B. IVI-COM, IVI-C) installiert werden können.

Hinzufügen von Geräten zur PC-Schnittstelle

Während der Installation der Keysight IO Libraries werden die auf dem **PC** erkannten E/A-Schnittstellen (LAN, USB, GPIB) konfiguriert. Dieser Abschnitt enthält Informationen zum Hinzufügen des 53220A/53230A zu diesen Schnittstellen per Programm mithilfe des Dienstprogramms „Connection Expert“ der Keysight IO Libraries.

Simultane LAN-/USB-/GPIB-Verbindungen zum Gerät sind zulässig.

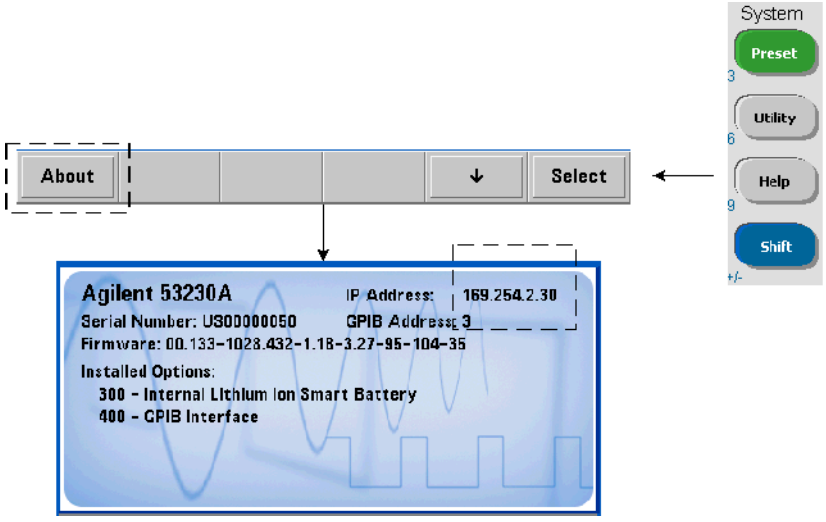
HINWEIS Die in diesem Kapitel verwendeten Abbildungen repräsentieren die zum Zeitpunkt des Drucks aktuell verfügbare Version der IO Libraries. Vielleicht besitzen Sie eine andere Version, doch die Prozesse, mit denen Geräte konfiguriert und hinzugefügt werden, bleiben im Wesentlichen identisch.

Fernsteuerungskonfiguration

Die folgenden Abschnitte behandeln die Konfiguration der LAN-, USB- und GPIB-Schnittstellen über das vordere Bedienfeld. Die Schnittstellen können auch per Programm mithilfe der Befehle zur Fernsteuerungskonfiguration im SCPI-Subsystem **`SYSTem`** konfiguriert werden. Dieses Subsystem sowie Beschreibungen aller SCPI-Befehle befinden sich im Abschnitt ‘Programming Reference’ der 53210A/53220A/53230A Product Reference CD.

Konfigurieren der Schnittstelle

Wenn der Zähler an die LAN-Schnittstelle angeschlossen ist, kann die IP-Adresse wie folgt am vorderen Bedienfeld abgelesen werden.



Sobald die IP-Adresse bekannt ist, wird das Dienstprogramm Connection Expert durch Klicken auf das Symbol ‘Keysight IO Control’ und Auswahl von „Keysight Connection Expert“ im Popup-Menü wie in Abbildung 2-3 gestartet.

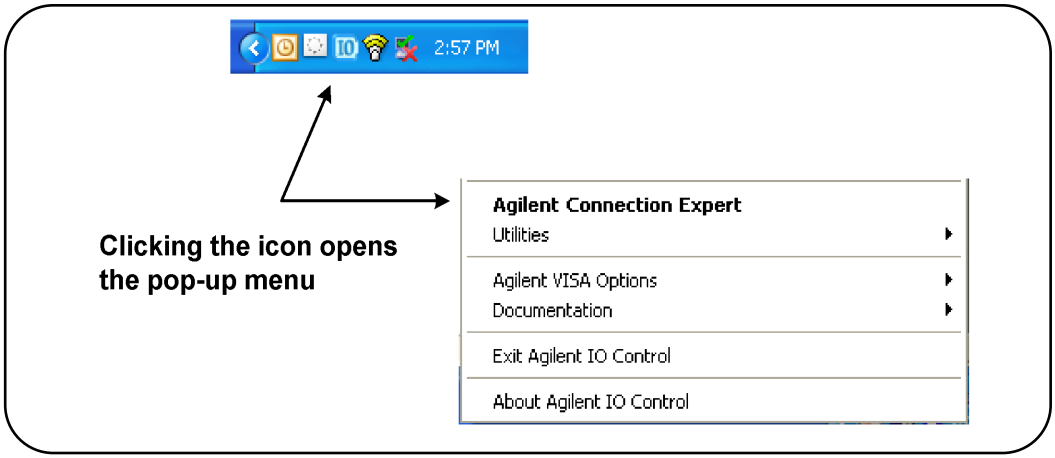


Abbildung 2-3. Starten von Keysight Connection Expert

Lokalisieren der Geräte

Keysight Connection Expert wird mit einem Begrüßungsbildschirm und Fenster ähnlich Abbildung 2-4 geöffnet. Die während der Installation konfigurierten Computerschnittstellen werden in der linken Spalte (Fenster **Explorer**), die Eigenschaften der konfigurierten Schnittstelle in der rechten Spalte (Fenster **Properties**) angezeigt.

Um das Netzwerk nach dem Zähler zu durchsuchen, markieren Sie die LAN-Schnittstelle (LAN (TCPIP0)), und wählen Sie „Add Instrument“ auf der Werkzeugleiste von Connection Expert. Nach Auswahl von 'Add Instrument’ führt Connection Expert eine automatische Suche (Auto Find) aller im selben Subnetz wie der Computer befindlichen Geräte durch.

Wählen Sie den Zähler aus der Liste und klicken Sie auf ‘OK’. Kommunikationspfade zu den Geräten werden überprüft und die Geräte der konfigurierten Schnittstelle hinzugefügt. Geräte, die auf diese Weise dem LAN hinzugefügt werden, werden daraufhin mit dem **VXI-11-Protokoll** programmiert.

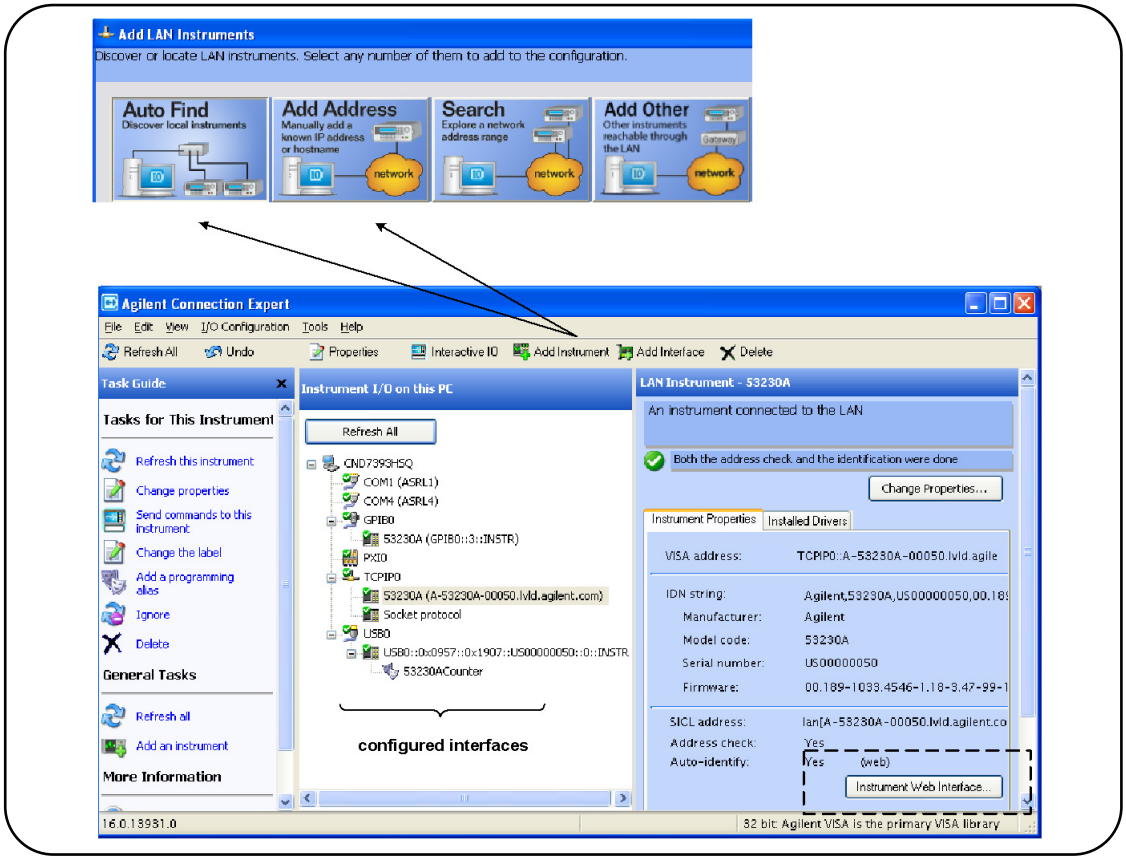


Abbildung 2-4. Schnittstellenfenster von Keysight Connection Expert

Verwenden des Sockets-Protokolls Um eine höhere Leistung zu erzielen, können zur LAN-Konfiguration hinzugefügte Geräte auch das **Sockets**-Protokoll verwenden. Wählen Sie zum Verwenden dieser Verbindung ‘Add Address’ aus dem Menü ‘Add Instruments’ (Abbildung 2-4). Geben Sie in diesem Fenster Hostnamen oder IP-Adresse des Geräts ein und wählen Sie unter ‘Optional Socket Connection’ die Option ‘Use socket connection’ (Abbildung 2-5). Beachten Sie, dass die Konfiguration eines Geräts sowohl VXI-11- **als auch** Sockets-Verbindungen aufweisen kann (Abbildung 2-4).

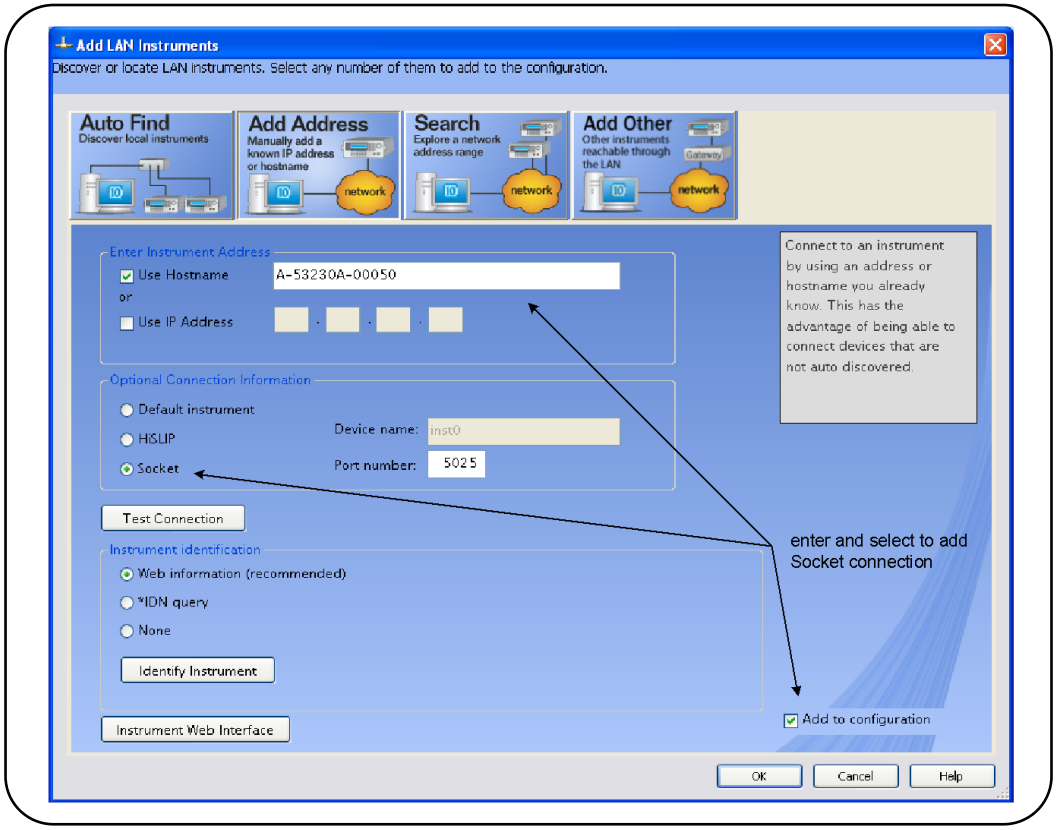


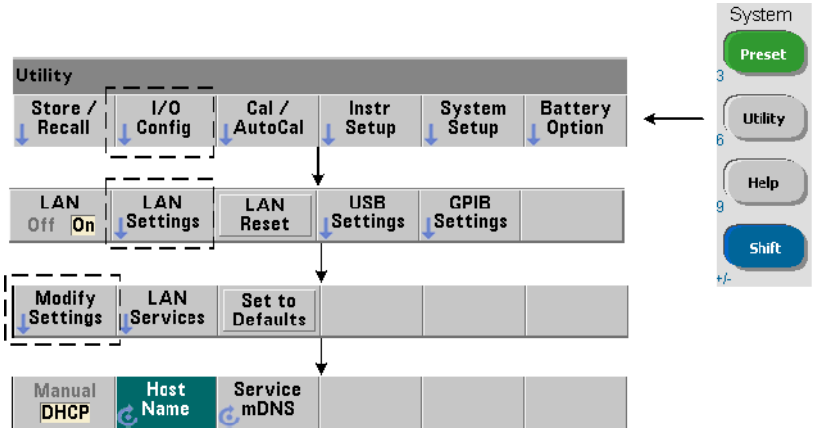
Abbildung 2-5. Hinzufügen einer Sockets-Verbindung

Info zu IP-Adressen und Hostnamen

Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP) und Automatic IP sind werkseitig auf dem 53220A/53230A aktiviert. So kann das Gerät automatisch eine Adresse im Netzwerk erhalten. Wenn sich ein DHCP-Server im Netzwerk befindet, weist der Server dem Gerät die Adresse zu.

Befindet sich kein DHCP-Server im Netzwerk, bestimmt der 53220A/53230A automatisch die zu verwendende Adresse. Die Adresse liegt im Bereich von 169.254.1.1 bis 169.254.255.255.

Hostnamen



Der 53220A/53230A hat einen Standard-Hostnamen. Das Format des Hostnamens lautet:

A-53220A-nnnnn (Keysight 53220A)
A-53230A-nnnnn (Keysight 53230A)

wobei ‘nnnnn’ die letzten fünf Ziffern der Seriennummer des Geräts sind.
Der Hostname des Geräts wird von Connection Expert an Netzwerkserver gemeldet, die den Dynamic Domain Name Service (DNS) unterstützen. An Netzwerkserver, die Dynamic DNS nicht unterstützen, wird nur die IP-Adresse gemeldet.

Geräteadressierung Während der Programmierung erfolgt der Zugriff auf den 53220A/53230A über seinen Adressstring, der aus einer IP-Adresse besteht:

TCPIP0::**169.254.2.30**::inst0::INSTR (`VXI-11`)
TCPIP0::**169.254.2.30**::5025::SOCKET (`Sockets`)

oder Hostname:

TCPIP0::**A-53230A-00050**.keysight.com::inst0::INSTR

Deaktivieren der LAN-Schnittstelle

Die LAN-Schnittstelle kann über das vordere Bedienfeld durch Auswahl von I/O Config

gefolgt von LAN Off und Aus-/Einschalten des Geräts deaktiviert werden. Ist die Schnittstelle deaktiviert, kann sie nicht über das Dienstprogramm Connection Expert konfiguriert werden.

Öffnen der Webschnittstelle über Keysight Connection Expert

Die LAN-Schnittstelle ist die **einzige** E/A-Schnittstelle, über die auf die webfähige Benutzeroberfläche des Zählers zugegriffen werden kann. Markieren Sie zum Öffnen der webbasierten Benutzeroberfläche das konfigurierte LAN-Gerät (Abbildung 2-4) und wählen Sie „Instrument Web Interface...“ im Fenster von Connection Expert.

Konfigurieren der USB-Schnittstelle

Der 53220A/53230A ist ein Hochgeschwindigkeits-USB 2.0-Gerät. Die Verbindung zu dem Gerät erfolgt über den Typ B-USB-Anschluss an der Geräterückwand.

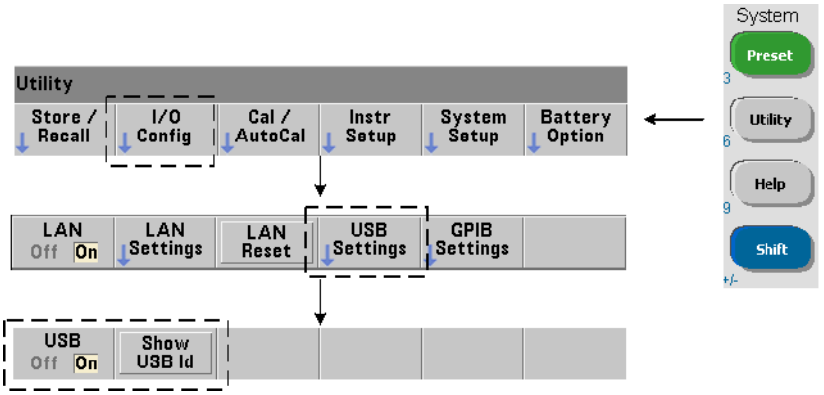
HINWEIS

Bei erstmaligem Anschluss des 53220A/53230A an den PC über das USB-Kabel **könnte** ein „Hardware-Assistent“-Dienstprogramm im PC starten und Installationssoftware für das Produkt von Ihnen anfordern. Außer den Bibliotheken auf der zum Lieferumfang des 53220A/53230A gehörenden Keysight Automation-Ready CD ist keine Installationssoftware für die USB-Schnittstelle verfügbar. Fahren Sie **ohne** nach Software zu suchen und unter Verwendung der Standardauswahl mit der „Assistenten“-Anwendung fort.

Hinzufügen von Geräten zur USB-Konfiguration

Wenn 53220A/53230A und PC über das USB-Kabel verbunden sind, starten Sie Keysight Connection Expert (Abbildung 2-4), falls er nicht bereits geöffnet ist. Der PC sollte das Vorhandensein des USB-Geräts erkennen. Falls erforderlich, **klicken Sie mit der rechten Maustaste** auf die USB-Schnittstelle (USB0) und wählen Sie dann „Refresh This Interface“.

Connection Expert wird versuchen, einen Kommunikationspfad zum Gerät einzurichten. Bei Erfolg wird das Gerät der Liste konfigurierter USB-Geräte hinzugefügt (Abbildung 2-4). Die USB-Adresse können Sie wie folgt vom vorderen Bedienfeld ablesen.



Der USB-Adressstring

Bei Programmierung des 53220A/53230A über USB wird die USB-Adresse des Geräts wie folgt in den Adressstring einbezogen:

USB0**::2391::1287::0123456789::0::**INSTR

Um die Adressierung während der Programmierung zu vereinfachen, kann anstelle der vollständigen Adresse ein VISA-Alias zugewiesen und verwendet werden. Um einen Alias von Connection Expert zuzuweisen, klicken Sie mit der rechten Maustaste auf den Standardaliasnamen und wählen Sie „Change Properties“. Geben Sie den Alias ein und wählen Sie ‘OK’ (Abbildung 2-6).

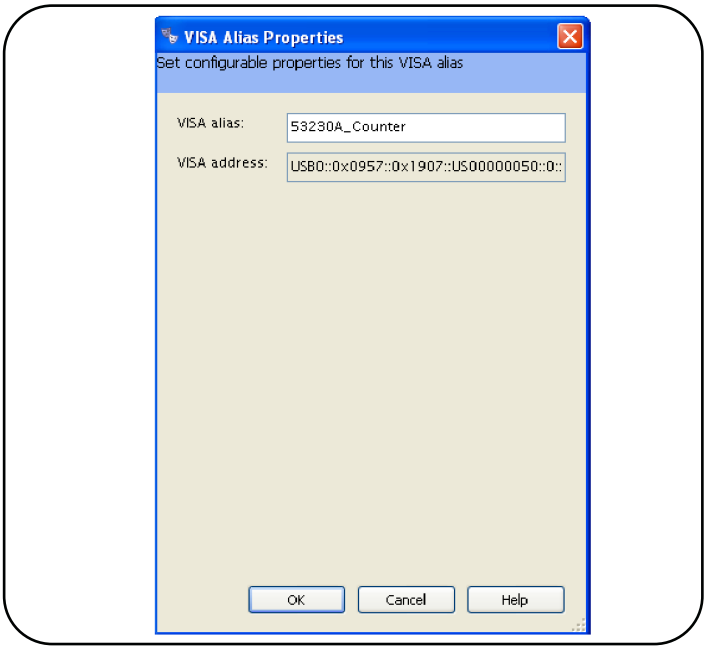


Abbildung 2-6. Einstellen eines VISA-Alias für den USB-Adressstring

Deaktivieren der USB-Schnittstelle

Die USB-Schnittstelle kann über das vordere Bedienfeld durch Auswahl von I/O Config gefolgt von USB Settings und USB Off deaktiviert werden. Beim Deaktivieren bzw. Aktivieren der USB-Schnittstelle müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die Änderung wirksam wird. Ist die Schnittstelle deaktiviert, kann sie nicht über das Dienstprogramm Connection Expert konfiguriert werden.

Verwenden der USB-Schnittstelle mit Interactive IO

Die webfähige Geräteschnittstelle ist über die USB-Schnittstelle **nicht** verfügbar. Eine alternative Programmierungsmethode stellt die Verwendung des Dienstprogramms ‘Interactive IO’ von Connection Expert dar (siehe „Verwenden von Interactive IO“).

Konfigurieren der GPIB-Schnittstelle

HINWEIS Die folgenden Informationen setzen voraus, dass Ihr Computer mit einer GPIB-Karte oder USB-/GPIB-Schnittstelle ausgestattet ist.

Der Programmierungszugriff auf den 53220A/53230A ist auch über die GPIB-Schnittstelle (Option 400) möglich. GPIB-Kabel können in „sternförmiger“ (alle Kabel sind direkt mit dem Computer verbunden) oder „linearer“ (Gerät an Gerät) Konfiguration an den PC angeschlossen werden.

Hinzufügen von Geräten zur GPIB-Konfiguration

Um der GPIB-Schnittstelle Geräte hinzuzufügen, markieren Sie GPIB0, und wählen Sie „Add Instrument“ in der Werkzeugleiste von Connection Expert (Abbildung 2-4). Wählen Sie im nun angezeigten Fenster ‘New GPIB Instrument’ (Abbildung 2-7) die GPIB-Adresse des Zählers (**Hinweis: werkseitige Adresse = 3**) und dann ‘OK’.

Connection Expert wird versuchen, einen Kommunikationspfad zum Gerät einzurichten. Wenn der Zähler sich an angegebener Adresse befindet, wird das Gerät der Liste GPIB-konfigurierter Geräte hinzugefügt.

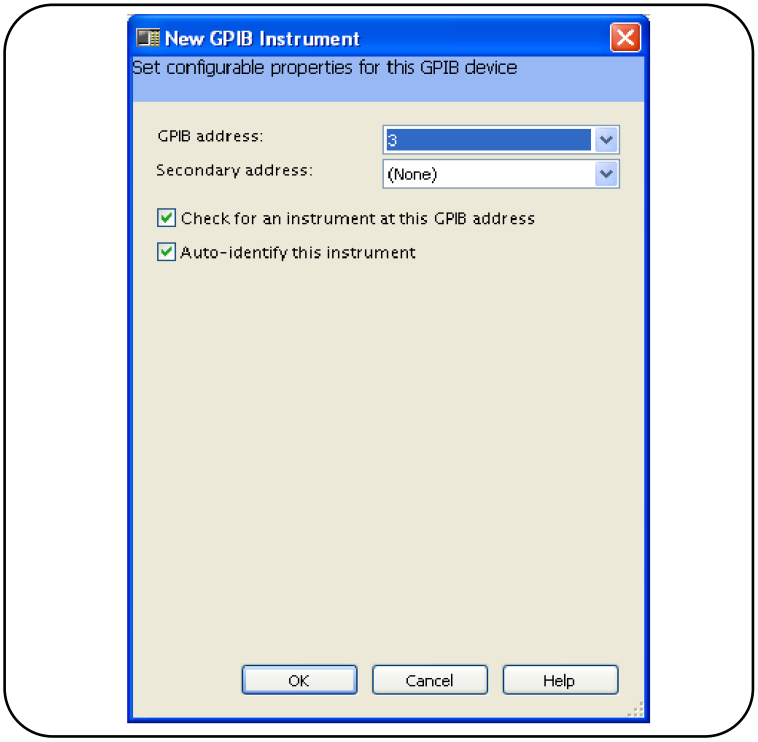
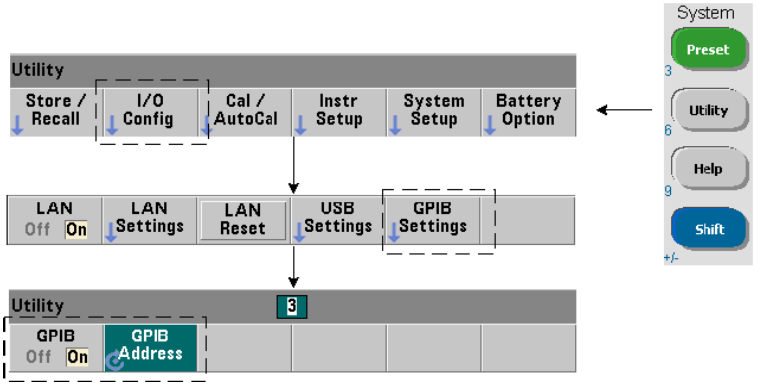


Abbildung 2-7. Auswahl der GPIB-Adresse

Die GPIB-Adresse des Zählers können Sie wie gezeigt vom vorderen Bedienfeld ablesen.



Der GPIB-Adressstring

Bei Programmierung des Zählers über GPIB wird die GPIB-Adresse des Geräts wie folgt in den Adressstring einbezogen:

GPIB0::**3**::INSTR

Ändern der GPIB-Adresse

Wählen Sie zum Ändern der GPIB-Adresse GPIB Address und stellen Sie mit dem Drehregler oder der Umschalttaste und den numerischen Tasten die gewünschte Adresse ein. Nachdem die Adresse geändert wurde, muss das Gerät aus- und erneut eingeschaltet werden, damit die Änderung wirksam wird.

Bei Änderung der GPIB-Adresse wird die neue Adresse NICHT im Schnittstellenfenster von Connection Expert aktualisiert (Abbildung 2-4).

Markieren Sie im Fenster von Connection Expert das GPIB-Gerät und wählen Sie „Change Properties ...“. Ändern Sie im Fenster konfigurierbarer Eigenschaften (Abbildung 2-7) die Adresse in die neue Adresseinstellung und wählen Sie ‘OK’.

Deaktivieren der GPIB-Schnittstelle

Die GPIB-Schnittstelle kann über das vordere Bedienfeld durch Auswahl von I/O Config gefolgt von GPIB Settings und GPIB Off deaktiviert werden. Beim Deaktivieren bzw. Aktivieren der Schnittstelle müssen Sie das Gerät aus- und wieder einschalten, damit die Änderung wirksam wird. Ist die Schnittstelle deaktiviert, kann sie nicht über das Dienstprogramm Connection Expert konfiguriert werden.

Verwenden der GPIB-Schnittstelle mit Interactive IO

Die webfähige Geräteschnittstelle ist über die GPIB-Schnittstelle **nicht** verfügbar. Eine alternative Programmierungsmethode stellt die Verwendung des Dienstprogramms ‘Interactive IO’ von Connection Expert dar (siehe „Verwenden von Interactive IO“).

Verwenden von Interactive IO

Das Dienstprogramm „Interactive IO“ von Connection Expert bietet eine andere Methode (Tabelle 2-1), Befehle an den 53220A/53230A zu senden. Der Zugriff auf Interactive IO erfolgt über eine **beliebige** E/A-Schnittstelle des PCs und ermöglicht Ihnen, beliebige Befehle des SCPI-Befehlssatzes des 53220A/53230A an das Gerät zu senden. Sie können auch eine Auswahl im Menü allgemeiner IEEE-488-Befehle treffen (z. b. *IDN?, *RST, *TST?).

Interactive IO kann verwendet werden zum:

- Beheben von Kommunikationsproblemen
- Zurücksetzen eines Geräts
- Lernen des Gerätebefehlssatzes

Abbildung 2-8 zeigt, wie Interactive IO für eine ausgewählte Schnittstelle gestartet wird.

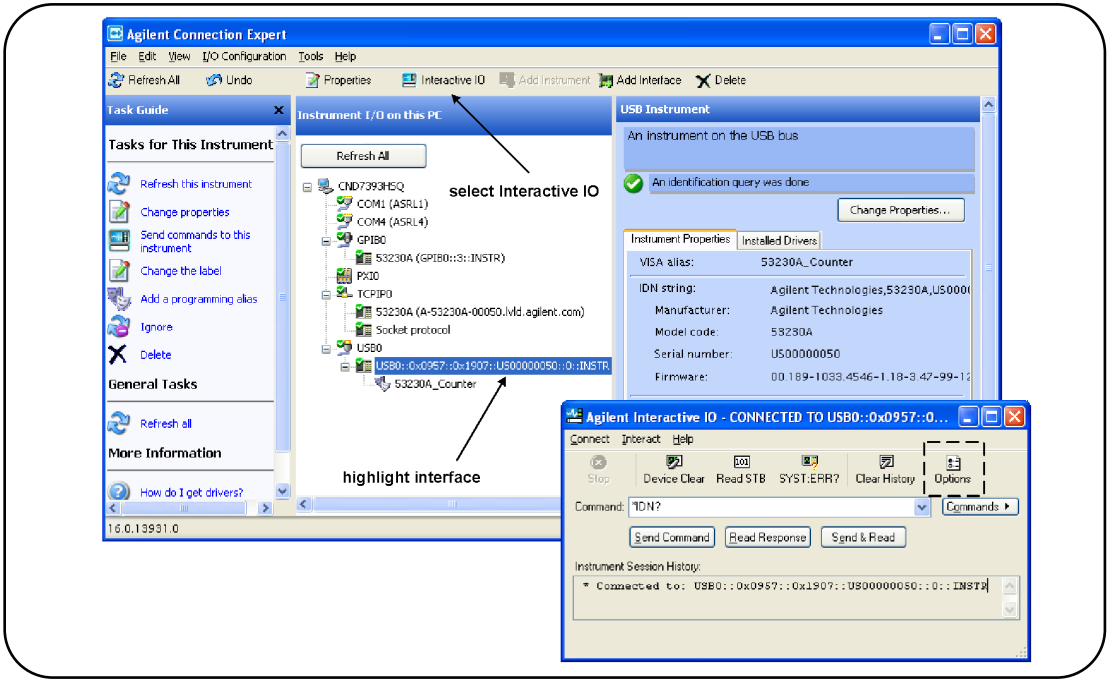


Abbildung 2-8. Starten von Interactive IO für eine ausgewählte Schnittstelle

HINWEIS

Falls das Interactive IO-Fenster zum Senden des Selbsttestbefehls (*TST?) an den 53220A/53230A verwendet wird, muss möglicherweise die Zeitüberschreitungsfrist heraufgesetzt werden, damit die Ergebnisse zurückgegeben werden können. Dies erfolgt über die Registerkarte ‘Options’ im Interactive IO-Fenster. Der 53220A/53230A Selbsttest dauert etwa sieben Sekunden.

Firmware- und Treiber-Updates

Firmware- und Treiber-Updates (falls verfügbar) für den 53220A/53230A sind im Web erhältlich. Dieser Abschnitt enthält Informationen zum Lokalisieren und Herunterladen der Updates auf Ihren Computer und anschließendes Installieren auf Ihrem Gerät.

Deaktivieren der Kalibrierungssicherheit

Bevor Firmware-Updates installiert werden können, muss die Kalibrierungssicherheit des Zählers *deaktiviert* werden. Dies erfolgt mit dem Befehl:

CALibration:SECurity:STATe {OFF|ON}, <Code>
CALibration:SECurity:STATe? (Abfrageformular)

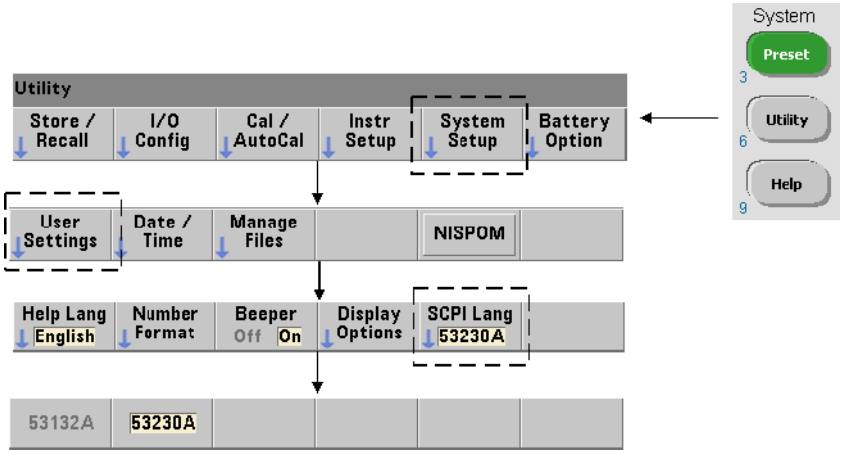
Um die Sicherung des Geräts aufzuheben, müssen Sie den Status auf **OFF** setzen und den Sicherheitscode eingeben. Der Sicherheitscode ist bei Auslieferung des Geräts werkseitig auf `AT53220A` (Keysight 53220A) oder `AT53230A` (Keysight 53230A) eingestellt. Beachten Sie jedoch, dass der Sicherheitscode geändert worden sein könnte, wenn der Zähler benutzt wurde.

Nach Abschluss des Firmware-Updates könn Sie die Sicherung des Zählers wiederherstellen, indem Sie den Status auf **ON** setzen und den Sicherheitscode eingeben. Der Kalibrierungszähler wird beim Ändern des Sicherheitsstatus oder durch ein Firmware-Update **nicht beeinflusst**.

Der Kalibrierungszähler kann mit folgendem Befehl abgelesen werden:

CALibration:COUNt?

SCPI-Sprachemulationsmodus



Wenn der 53220A/53230A gelegentlich im 53132A SCPI-Sprachemulationsmodus verwendet wird, muss das Gerät in seinen ursprünglichen Modus (53220A/53230A) gesetzt werden, bevor die Firmware aktualisiert werden kann.

Herunterladen und Installieren des Update-Dienstprogramms

53220A/53230A Firmware-Updates werden mithilfe des Dienstprogramms für Firmware-Updates von Keysight installiert. Dienstprogramm und Firmware-Update finden Sie unter:

www.keysight.com/find/53220A
www.keysight.com/find/53230A

Wählen Sie auf dieser Seite die Registerkarte '**Technical Support**' und dann 'Drivers & Software'. Klicken Sie auf '532x0A Firmware Update' und wählen Sie unter 'Documents & Downloads' das Dienstprogramm:

53210A/53220A/53230A Firmware Update Utility

Wählen Sie nach Aufforderung 'Ausführen' zum Installieren des Dienstprogramms. Das Standardinstallationsverzeichnis ist C:\Program Files\Keysight\Firmware Update Utility Type 2. Das Dienstprogramm wird auch unter „Keysight" dem Menü 'Start' hinzugefügt.

Herunterladen des Firmware-Updates

Kehren Sie zur Webseite zurück und wählen Sie unter ‘Documents & Downloads’:

532x0A Firmware Update Revision <*Versionsnummer*>

Wählen Sie nach Aufforderung 'Ausführen' zum Herunterladen (Speichern) der Datei auf Ihren PC. **Beachten Sie die Verzeichnisposition, da Sie den Pfad zur Firmware-Datei angeben müssen, wenn Sie das Update-Dienstprogramm ausführen.**

HINWEIS Firmware-Updates sind nur über die LAN-Schnittstelle verfügbar. Notieren Sie die IP-Adresse, bevor Sie das Dienstprogramm starten.

Installieren des Firmware-Updates

Nach dem Herunterladen von der Website kann die Update-Datei installiert werden.

1. Starten Sie das Dienstprogramm vom Installationsverzeichnis aus oder über das Menü ‘Start’. Ein ähnliches Fenster wie in Abbildung 2-9 dargestellt wird angezeigt.

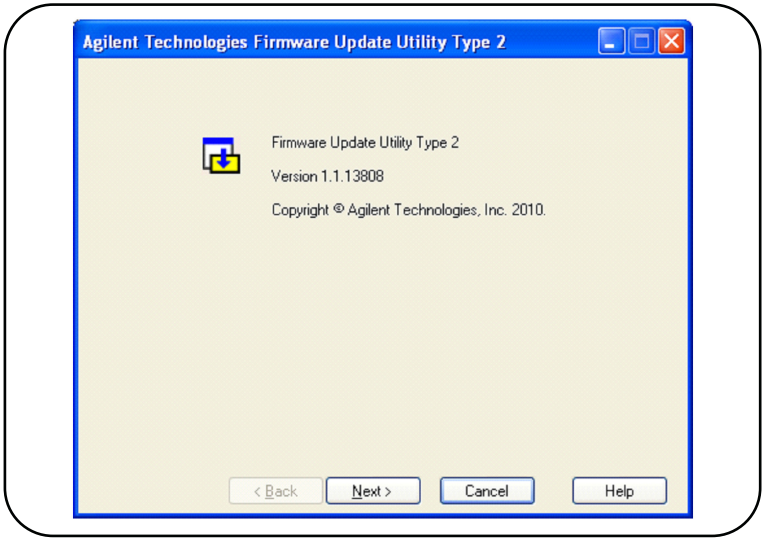


Abbildung 2-9. Dateiauswahlfenster des Firmware-Update-Dienstprogramms

2. Drücken Sie Next und geben Sie mithilfe der Schaltfläche Browse den Pfad zur Firmware-Datei an (Abbildung 2-10). Sobald Sie die Modellnummer des Geräts eingegeben haben, wird sie im Fenster ‘Applicable Models’ zusammen mit Version und Gerätebeschreibung angezeigt. Wählen Sie Next.

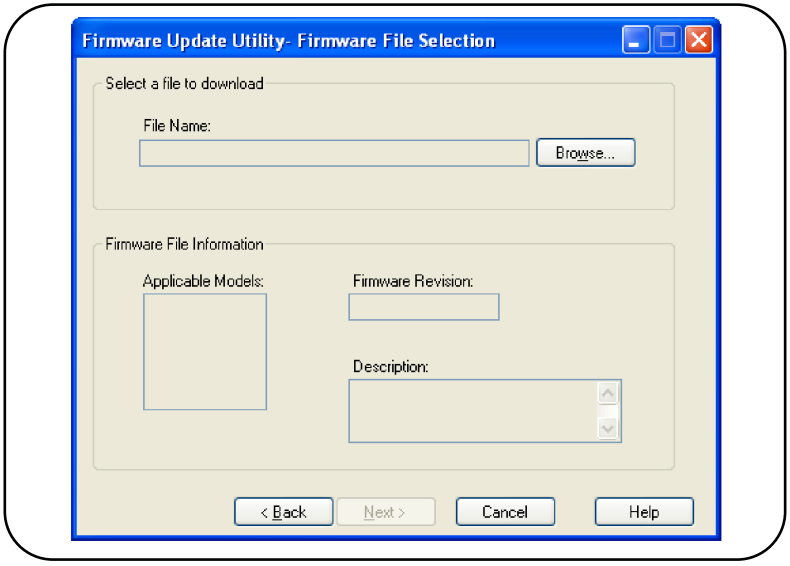


Abbildung 2-10. Auswahl des Update-Dateipfads

3. Geben Sie IP-Adresse bzw. Hostnamen des Zählers ein (Abbildung 2-11). Wählen Sie ‘Update’, um die Aktualisierung zu starten.

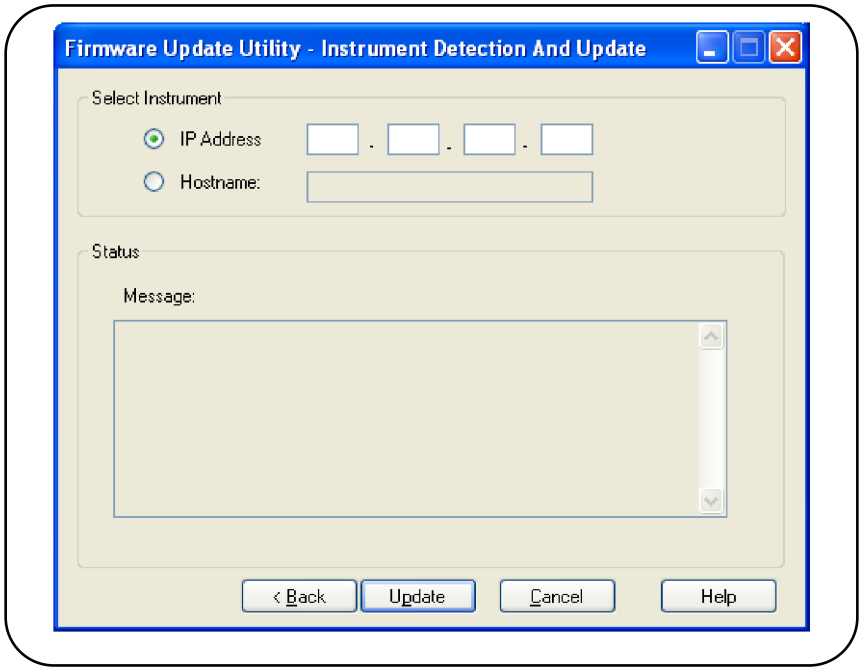


Abbildung 2-11. Angeben von Adresse bzw. Hostnamen

Nach kurzer Zeit ist das Firmware-Update abgeschlossen. Der 53220A/53230A startet nach Abschluss des Updates einmal neu.

HINWEIS

Nach einem Firmware-Update könnte Keysight Connection Expert (sofern aus-geführt) melden, dass die Konfiguration des 53220A/53230A geändert wurde. Dies ist an einem gelben Dreieck sowie einem Ausrufezeichen (!) neben dem aktualisierten Gerät erkennbar. Wählen Sie den Gerätenamen, ‘Change Proper-ties’ und dann entweder ‘Test Connection’ oder ‘Identify Instrument’ zum Aktualisieren von Connection Expert.

Herunterladen von IVI-COM-Treiber-Updates

IVI-COM- und LabVIEW-Treiber für den 53220A/53230A sind (sofern verfügbar) im Web erhältlich unter:

www.keysight.com/find/53220A
www.keysight.com/find/53230A

Wählen Sie auf dieser Seite die Registerkarte ‘**Technical Support**’ und dann ‘Drivers & Software’. Die Treiber und zugehörigen ‘Readme’-Dateien werden in dieser Liste aufgeführt.

3
53220A/53230A Messungen

Übersicht der Zählermessungen 70
Referenzoszillator-Konfiguration 72
Referenzoszillator-Quelle 72
Standby-Spannungsversorgung des Referenzoszillators (Option 010) 76
Einstellen des Messmodus 77
Einstellen der Messungs-Zeitüberschreitung 80
SCPI-Syntaxkonventionen 82
Die MEASure- und CONFigure-Befehle 84
Verwenden von MEASure 86
Verwenden von CONFigure 86
Frequenz- und Periodenmessungen 88
Frequenz 88
Frequenzverhältnis 90
Periode 92
Zeitstempel 94
Zeitintervallmessungen 97
Anstiegszeit und Abfallzeit 101
Pulsbreite 104
Arbeitszyklus 107
Phase 111
Einzelperiode 113
Summierte Messungen 115
Torgesteuert 115
Fortlaufend 118
Burst-Impulsmessungen 120

Dieses Kapitel enthält allgemeine Informationen zur Programmierung und Beispiele der Messungen, die mit den Zählern 53220A und 53230A durchgeführt werden können.

Übersicht der Zählermessungen

Die Messungen der Keysight Zähler 53220A und 53230A sind in Tabelle 3-1 zusammengefasst. Die Tabelle enthält die Tasten des vorderen Bedienfelds, unter denen spezifische Messungen über Softkeys ausgewählt werden. Auch die entsprechenden SCPI-Befehle und Kanaleinschränkungen sind aufgeführt.

Tabelle 3-1. Keysight 53220A/53230A Messungsübersicht

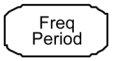
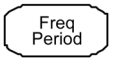
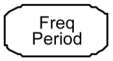
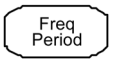
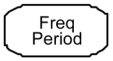
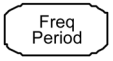
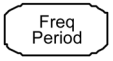
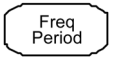
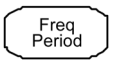
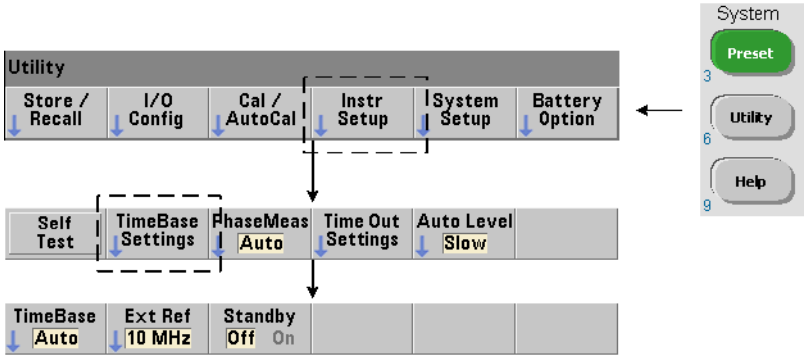
Messung	Taste	Befehl	Gerät	Kanäle
Frequenz		CONFigure:FREQuency MEASure:FREQuency?	53220A/53230A	1,2,3
Frequenzverhältnis		CONFigure:FREQuency:RATio MEASure:FREQuency:RATio?	53220A/53230A	1,2,3
Periode		CONFigure:PERiod MEASure:PERiod?	53220A/53230A	1,2,3
SPeriod		CONFigure:SPERiod MEASure:SPERiod?	53220A/53230A	1,2
Burst-Trägerfrequenz		CONFigure:FREQuency:BURSt MEASure:FREQuency:BURSt?	53230A	3 (*Opt. 150*)
Impulswiederholungs-frequenz		CONFigure:FREQuency:PRF MEASure:FREQuency:PRF?	53230A	3 (*Opt. 150*)
Impulswiederholungsintervall		CONFigure:FREQuency:PRI MEASure:FREQuency:PRI?	53230A	3 (*Opt. 150*)
Positive Burst-Breite („auf positivem Impulssignal“)		CONFigure:PWIDth:BURSt MEASure:PWIDth:BURSt?	53230A	3 (*Opt. 150*)
Negative Burst-Breite („auf negativem Impulssignal“)		CONFigure:NWIDth:BURSt MEASure:NWIDth:BURSt?	53230A	3 (*Opt. 150*)

Tabelle 3-1. Keysight 53220A/53230A Messungsübersicht (Forts.)

Messung	Taste	Befehl	Gerät	Kanäle
Zeitintervall	Time Interval	CONFigure:TINTerval MEASure:TINTerval?	53220A/53230A	1,2
Anstiegszeit	Time Interval	CONFigure:RTIMe MEASure:RTIMe?	53220A/53230A	1,2
Abfallzeit	Time Interval	CONFigure:FTIMe MEASure:FTIMe?	53220A/53230A	1,2
Negatives Tastverhältnis	Time Interval	CONFigure:NDUTycycle MEASure:NDUTycycle?	53220A/53230A	1,2
Positives Tastverhältnis	Time Interval	CONFigure:PDUTycycle MEASure:PDUTycycle?	53220A/53230A	1,2
Negative Pulsbreite	Time Interval	CONFigure:NWIDth MEASure:NWIDth?	53220A/53230A	1,2
Positive Pulsbreite	Time Interval	CONFigure:PWIDth MEASure:PWIDth?	53220A/53230A	1,2
Phase	Time Interval	CONFigure:PHASe MEASure:PHASe?	53220A/53230A	1,2
Summierung (kontinuierlich)	Totalize	CONFigure:TOTalize:CONTinuous	53220A/53230A	1,2
Summierung (zeitgesteuert)	Totalize	CONFigure:TOTalize:TIMed MEASure:TOTalize:TIMed?	53220A/53230A	1,2
Zeitstempel	Freq Period	CONFigure:ARRay:TSTamp MEASure:ARRay:TSTamp?	53230A	1,2,3
Minimale Eingangsspannung	Display	INPut[{1|2}]:LEVel:MINimum?	53220A/53230A	1,2
Maximale Eingangsspannung	Display	INPut[{1|2}]:LEVel:MAXimum?	53220A/53230A	1,2
Spitze-Spitze-Eingangsspannung	Display	INPut[{1|2}]:LEVel:PTPeak?	53220A/53230A	1,2
HF-Signalstärke	Display	INPut3:STRength?	53220A/53230A	3

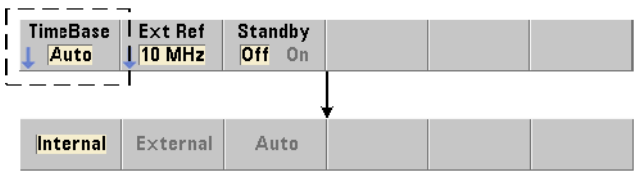
Referenzoszillator-Konfiguration



53220A und 53230A Messungen basieren auf einem Referenzoszillator – auch als interne/externe Takt- oder Zeitbasis bezeichnet. Ein gültiges Referenzoszillatorsignal muss für die Durchführung von Messungen vorhanden sein.

Die folgenden Informationen gelten für folgende Referenzen: standardmäßiger temperaturkompensierter Kristalloszillator (TCXO) des Zählers und Option 010, ultra-hochstabiler, ofengesteuerter Kristalloszillator (OCXO).

Referenzoszillator-Quelle



Der Referenzoszillator (Zeitbasis) ist entweder der interne Oszillator des Zählers oder der auf eine externe Referenz abgestimmte interne Oszillator. Die Quellbefehle sind:

```
[SENSe:]ROSCillator:SOURce  {INTernal|EXTernal}
[SENSe:]ROSCillator:SOURce?                (Abfrageformular)
```

[SENSe:]ROSCillator:SOURce:AUTO {OFF|ON}
[SENSe:]ROSCillator:SOURce:AUTO? (Abfrageformular)

- **INTernal** wählt den internen 10-MHz-Oszillator des Zählers aus. Das Signal ist eine 0,5-Vrms (in 50Ω)-Sinuskurve. Das interne Oszillatorsignal ist auch am rückwärtigen Int Ref Out-Anschluss vorhanden.

- **EXTernal** wählt ein an der Rückwand anliegendes externes Referenzsignal Ext Ref In-Anschluss. Das Signal muss folgende Anforderungen erfüllen:

- 1 MHz , 5 MHz oder 10 MHz
- 100 mVrms bis 2,5 Vrms
- Sinus

und die Frequenz muss mit dem Befehl
SENSe:ROSCillator:EXTernal:FREQuency angegeben werden.

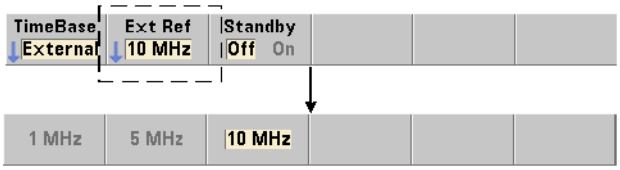
- **:AUTO ON** aktiviert die automatische Auswahl der Referenzoszillator-Quelle. Wenn ein 1-, 5- oder 10-MHz-Signal am Ext Ref In-Anschluss des Zählers anliegt, wird Quelle EXTernal eingestellt. Ist ein gültiges Signal nicht vorhanden **oder verloren gegangen**, wird **automatisch** auf die Quelle INTernal umgeschaltet.

Beachten Sie, dass bei Angabe einer Oszillatorquelle (INTernal oder EXTernal) mit [SENSe:]ROSCillator:SOURce die automatische Auswahl deaktiviert wird.

- **:AUTO Off** deaktiviert die automatische Auswahl der Oszillatorquelle. Die Quelle wird dann durch den Befehl [SENSe:]ROSCillator:SOURce eingestellt.

Die Referenzoszillator-Quelle ist werkseitig oder auf den Befehl SYS-Tem:SECure:IMMediate folgend auf INTernal mit aktivierter automatischer Auswahl (On) eingestellt. Einstellungen werden im permanenten Speicher abgelegt und nach einem Zurücksetzen (*RST) oder durch eine Gerätevoreinstellung nicht geändert. (SYSTem:PREset oder Preset-Taste).

Angeben der externen Referenzfrequenz



Bei Einstellung der Referenzoszillator-Quelle auf `EXTernal` durch `SENSe:ROSCillator:SOURce` oder `SENSe:ROSCillator:SOURce:AUTO` **muss** die Sperrfrequenz des externen Signals (auf dass der interne Oszillator abgestimmt ist) mit folgendem Befehl angegeben werden:

`[SENSe:]ROSCillator:EXTernal:FREQuency {1E6|5E6|10E6|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`[SENSe:]ROSCillator:EXTernal:FREQuency? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]` `(Abfrageformular)`

Die externe Referenzfrequenz ist werkseitig oder auf den Befehl `SYSTem:SECure:IMMediate` folgend auf 10 MHz eingestellt. Die Einstellung wird im permanenten Speicher abgelegt und ändert sich nicht nach dem Zurücksetzen (`*RST`) oder bei einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PREset` oder Taste Preset).

Beispiel einer externen Referenz

Im folgenden Beispiel wird der Zähler zur Abstimmung auf eine ggf. vorhandene externe Referenz konfiguriert und die erwartete externe Frequenz beträgt 10 MHz.

```
SENS:ROSC:SOUR:AUTO ON // Abstimmen auf ggf. vorhandene
                       // externe Referenz
SENS:ROSC:EXT:FREQ 10E6   // Signal wird 10 MHz betragen
```

Erkennen eines gültigen externen Referenzsignals

ExtRef wird in der oberen rechten Ecke des Displays angezeigt, wenn eine gültige (externe) Referenz vorhanden ist. Ist eine gültige Frequenz nicht vorhanden oder wurde sie nicht angegeben, wird die Meldung „No valid external timebase“ angezeigt. Der Fehler wird auch in der Fehlerwarteschlange protokolliert.

Das Vorhandensein einer gültigen externen Referenz kann per Programm bestimmt werden mit dem Befehl:

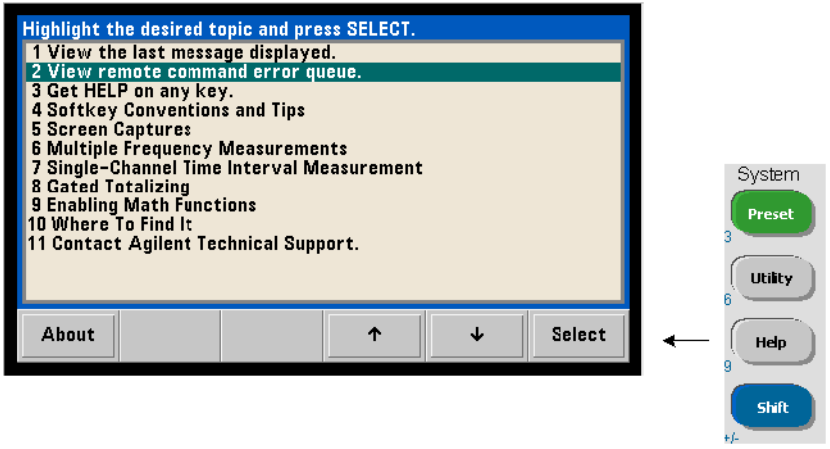
`[SENSe:]ROSCillator:EXTernal:CHECk ONCE`

Vor Senden des Befehls müssen `SENSe:ROSCillator:SOURce EXTernal` und `SENSe:ROSCillator:SOURce:AUTO OFF` eingestellt werden.

Im folgenden Beispiel wird geprüft, ob ein externes Referenzsignal am Anschluss Ext Ref In anliegt.

```
SENS:ROSC:SOUR EXT          // Quelle einstellen, deaktiviert
                            // auch automatische
                            // Quellenauswahl
SENS:ROSC:EXT:CHEC ONCE     // auf gültiges Signal überprüfen
SYST:ERR?                   // Fehlerwarteschlange lesen
```

Die Fehlerwarteschlange kann folgendermaßen vom vorderen Bedienfeld aus gelesen werden:

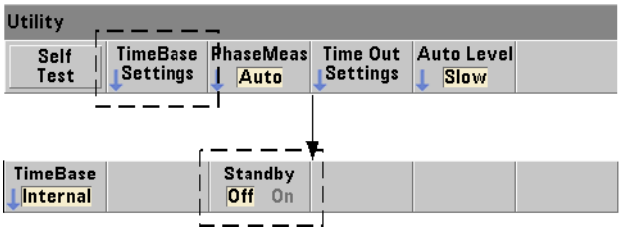


Der Status der externen Referenz (Zeitbasis) wird auch durch das „Questionable Data“-Register des Zählers überwacht. Das Register kann mit folgendem Befehl abgefragt werden:

```
STATus:QUEStionable:EVENt?
```

Ein Wert von `+1024` (Bit 10) weist auf einen Fehler bezüglich ungültiger Frequenz (Zeitbasis) hin. Beim Lesen des Register werden **alle Bits gelöscht**, die sich im Register befinden. Informationen zum Statussystem des Zählers finden Sie in Kapitel 8.

Standby-Spannungsversorgung des Referenzoszillators (Option 010)



Standby-Spannungsversorgung zur Aufrechterhaltung der Betriebstemperatur des internen OCXO-Referenzoszillators (Option 010) des Zählers wird mittels Netzspannung oder Akkuoption 300 bereitgestellt. Mit folgendem Befehl wird Standby-Spannungsversorgung aktiviert/deaktiviert:

```
[SENSe:]ROSCillator:INTernal:POWer:STANdby {OFF|ON}
[SENSe:]ROSCillator:INTernal:POWer:STANdby?
                                          (Abfrageformular)
```

- **`On`** aktiviert die Standby-Versorgung, welche die Temperatur des internen OCXO sichert, wenn der Ein-/Aus-Schalter am vorderen Bedienfeld auf „Off“ (Standby) steht. Wenn die Netzversorgung vom Gerät getrennt wird und die Akkuoption 300 installiert **und aktiviert** ist, wird die Standby-Versorgung vom Akku bereitgestellt. Der Akku kann die Standby-Versorgung 24 Stunden lang aufrechterhalten.

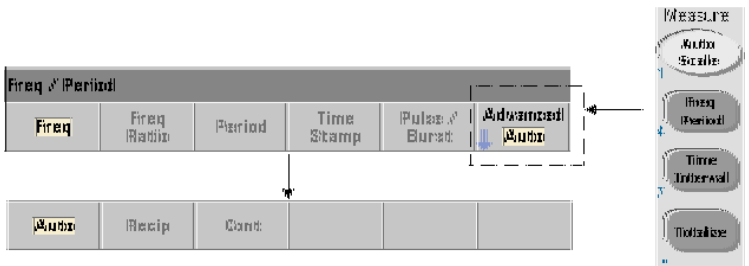
-Off deaktiviert die Standby-Versorgung des internen Oszillators durch Netz oder Akku, wenn der Ein-/Aus-Schalter am vorderen Bedienfeld auf „Off“ steht.

Wenn die Standby-Versorgung auf `Off` gesetzt ist, wird beim Aus-/Einschalten des Geräts auch die Spannungsversorgung des Oszillators aus- und eingeschaltet. **Dies kann die kalibrierte Genauigkeit des Oszillators beeinträchtigen und Stabilität entsteht möglicherweise erst, wenn die angegebene Aufwärmzeit (45 Minuten) erreicht ist.**

Beachten Sie, dass die Ladung des Akkus *länger erhalten bleibt*, wenn bei installierter Akkuoption 300 und getrennter Netzspannung die Standby-Versorgung deaktiviert wird.

Standby-Versorgung ist werkseitig oder auf den Befehl `SYSTem:SECure:IMMediate` folgend deaktiviert (`Off`). Die aktuelle Einstellung wird im permanenten Speicher abgelegt und ändert sich nach dem Zurücksetzen (`*RST`) oder bei einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PREset` oder Preset-Taste) nicht.

Einstellen des Messmodus



Es stehen drei Messmodi zur Verfügung, um die **Frequenz**, das **Frequenzverhältnis** und die **Durchschnittsperiode** zu messen. Der Messmodus wird mit folgendem Befehl festgelegt:

`[SENSe:]FREQuency:MODE {AUTO|RECiprocal|CONTinuous}`
`[SENSe:]FREQuency:MODE?` `(Abfrageformular)`

AUTO – Konfiguriert den Zähler so, dass er abhängig von den Eingangssignalbedingungen Messungen mit besserer Auflösung oder, wenn möglich, reziproke Messungen durchführt. Burst-Frequenzmessungen für den Kanal 3 (PRF/PRI) werden nur mit dem Modus für eine bessere Auflösung (`AUTO`) durchgeführt.

RECiprocal – Konfiguriert den Zähler so, dass er nur reziproke Messungen durchführt. Im Modus "Reciprocal" wird die Periode des Eingangssignals gemessen, und alle Frequenzwerte werden aus der Periodenmessung abgeleitet.

Der Modus `RECiprocal` ist nicht auf dem optionalen Kanal 3 verfügbar.
CONTinuous – Konfiguriert den Zähler für kontinuierliche, lückenlose Messungen mit besserer Auflösung. Diese Messungen werden von der Allan-Abweichungsfunktion beim Schätzen der Stabilität verwendet.

Im Modus `CONTinuous` ist nur die Triggerzahl „1“ erlaubt. Alle Abtastwerte (Messwerte) pro Trigger werden innerhalb einer **einzelnen** „Gate offen/Gate geschlossen“-Sequenz durchgeführt und aufeinanderfolgend berechnet. Es gibt keine Verzögerung (Totzeit) zwischen den Messwerten, die normalerweise in der „Gate offen/Gate geschlossen“-Sequenz im Modus `AUTO` und `RECiprocal` auftritt.

Abbildung 3-1 und nachfolgende Absätze beschreiben kontinuierliche, lückenlose Messungen am Beispiel einer Gate-Zeit von 1 Sekunde.

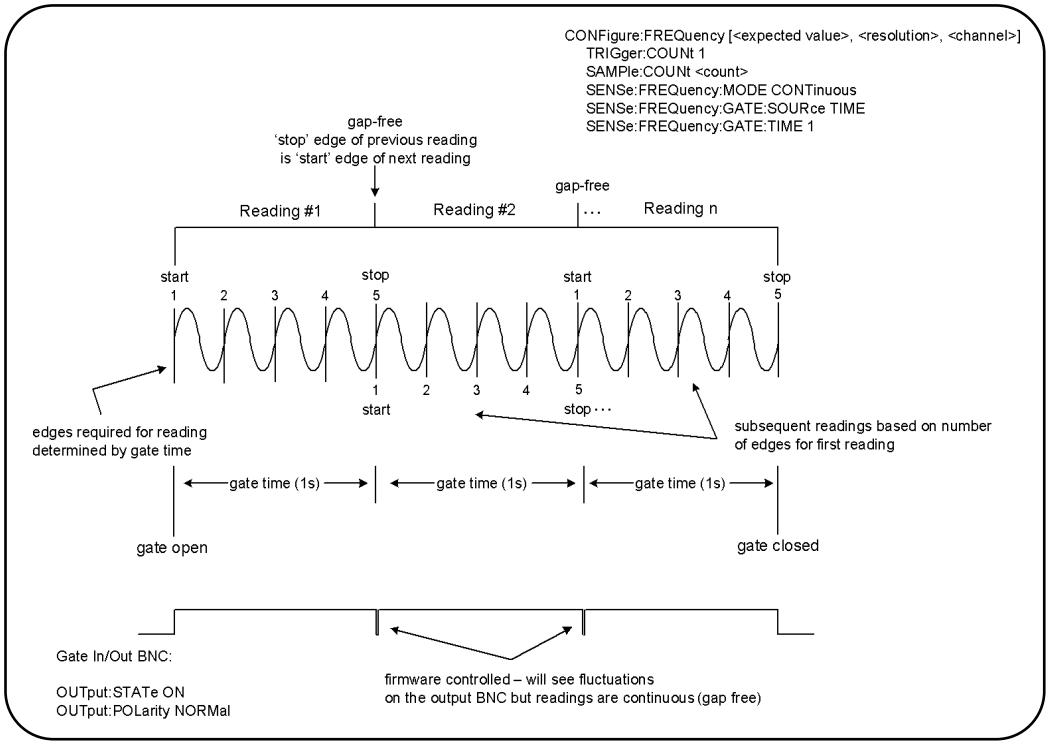


Abbildung 3-1. Kontinuierliche, lückenlose 53230A Messsequenz

Gate-Zeit/Flankenanzahl Die angegebene (oder standardmäßige) Gate-Zeit sowie die Eingangssignalfrequenz bestimmen die Anzahl der Flanken, die für den ersten Messwert in der Samplingzahl erforderlich sind. Alle nachfolgenden Messwerte in der Samplingzahl basieren auf derselben Anzahl an Flanken, die für den ersten Messwert verwendet wurden. Die Gate-Zeit ist die Zeit pro Messwert.

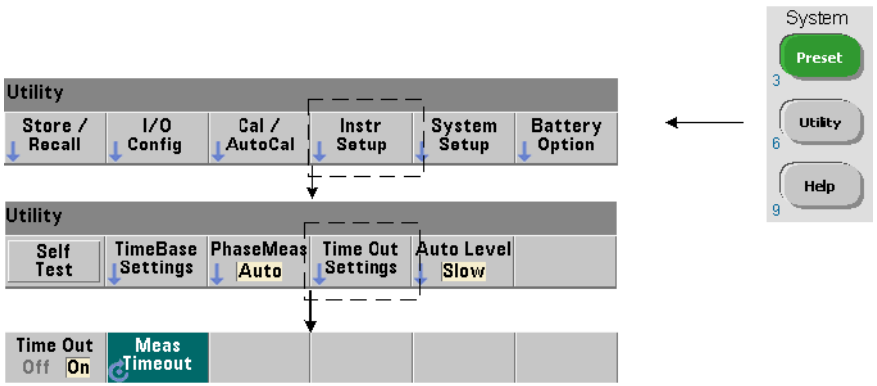
Start-/Stopp-Flanke Die Flanke, die die Gate-Zeit des letzten Messwerts beendet, ist dieselbe Flanke, die die Gate-Zeit (Flankenzahl) für den nächsten Messwert beginnt. Da dieselbe Flanke als Start-/Stopp-Flanke verwendet wird, tritt keine Verzögerung/ Totzeit zwischen den Messwerten im Modus `CONTinous` auf.

Stabilität des Eingangssignals Die Stabilität der Eingangssignalfrequenz während der Messung wirkt sich auf die zu beobachtenden kontinuierlichen (lückenlosen) Eigenschaften des Zählers aus. Wie bereits erwähnt wurde, basieren alle Messwerte in der aktuellen Messwertzählung auf der Anzahl der Flanken, die benötigt wird, um den ersten Messwert zu ermitteln. Dieser Messwert basiert wiederum auf der angegebenen oder standardmäßigen Gate-Zeit. Wenn sich während der Messungen und vor Erreichen der Samplingzahl die Eingangsfrequenz ändert, moduliert der Zähler die Gate-Zeit der nachfolgenden Messwerte anhand der Frequenz. Die Flankenzahl pro Messwert bleibt wie ursprünglich bestimmt festgelegt und die Messwerte bleiben lückenlos.

Der Modus `CONTinuous` ist für die Kanäle 1 und 2 sowie nur für den optionalen Kanal 3 des **53230A** und nur für die Messungen **Frequenz** und **Durchschnittsperiode** verfügbar.

Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PREset` oder Taste Preset) wird der Messmodus auf `AUTO` festgelegt. `CONFigure` und `MEASure` ändern den Modus nicht.

Einstellen der Messungs-Zeitüberschreitung



Die Messungs-Zeitüberschreitung ist die für **jede** Messung zulässige Zeitspanne, innerhalb der sie abgeschlossen sein muss. Wenn eine Messung **nicht** vor dem Zeitüberschreitungswert abgeschlossen ist, wird `9.91E37` (keine Nummer) zurückgegeben und die Anzeigendarstellung ist: - - - - - - -. Die Sequenz wird mit dem nächsten Messwert in der Samplingzahl fortgesetzt.

Die Angabe einer Zeitüberschreitung verhindert, dass das Gerät für unbestimmte Zeit angehalten wird, wenn eine Messung aus beliebigen Gründen nicht abgeschlossen werden kann.
Die Messzeitüberschreitung wird mit folgendem Befehl eingestellt:

`SYSTem:TIMeout {<Zeit>|MINimum|MAXimum|INFinity|DEFault}`
`SYSTem:TIMeout? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]`
`(Abfrageformular)`

- **`Zeit`** ist die angegebene Zeitüberschreitung von `10 ms` bis `2.000s` mit einer Auflösung von `1 ms`. Die Zeitüberschreitungseinstellung kann den Messwertedurchsatz beeinträchtigen, wenn mehrere Messwerte während des Triggerzyklus erfasst werden. Triggerverzögerungen, Messzeiten und Messverzögerungen (Kapitel 5) sollten bei Einstellung eines optimalen Zeitüberschreitungswerts berücksichtigt werden.

Die Zeitüberschreitungseinstellung wird im permanenten Speicher abgelegt und ändert sich **nicht** nach dem Zurücksetzen (`*RST`) oder bei einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PREset` oder Preset-Taste).

Werkseitig ist die Messzeitüberschreitung auf eine Sekunde eingestellt. Beim Angeben der Zeit `9.9E+37` oder Senden des Befehls `SYSTem:SECurity:IMMediate` wird die Zeitüberschreitung deaktiviert. Wenn die Zeitüberschreitung **deaktiviert** ist, wartet das Gerät **unbegrenzt** auf den Abschluss der Messung.

SCPI-Syntaxkonventionen

Die Programmierung der Zähler über LAN-, USB- und GPIB-Schnittstelle erfolgt über die Befehlssprache Standard Commands for Programmable Instruments (SCPI). Ein typisches Beispiel der SCPI-Sprachsyntax für folgenden MEASure-Befehl ist:

```
MEASure:FREQuency? [{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]][,<Kanal>]]
```

Die Programmierungskonventionen werden im Folgenden aufgeführt.

Befehlsschlüsselwörter und abgekürzte Befehle

Befehlsschlüsselwörter (z. B. `MEASure`, `FREQuency?`) werden durch einen Doppelpunkt (:) getrennt. Großbuchstaben kennzeichnen die abgekürzte Schreibweise des Schlüsselworts oder Parameters. Entweder die abgekürzte Form oder der gesamte Befehl/Parameter muss verwendet werden.

Optionale Schlüsselwörter und Parameter

Optionale (einbezogene) Schlüsselwörter und Parameter stehen in eckigen Klammern (z. B. `[,<Kanal>]`) und sind beim Senden des Befehls nicht enthalten. Wird kein optionaler Parameter angegeben, wird ein Standardwert verwendet.

Trennen von Befehlen und Parametern und Verknüpfen von SCPI-Befehlen

Zwischen letztem Schlüsselwort und erstem Parameter muss ein Leerzeichen stehen. Kommas (,) trennen mehrere Parameter. Das Symbol '@' muss **jeder** Zählerkanalnummer vorangestellt werden und jeder Kanal muss in Klammern stehen:

```
MEAS:FREQ:RAT? 5E6,(@2),(@1)
```

Mehrere Subsysteme Um mehrere SCPI-Befehle in einem einzigen String senden zu können, müssen Befehle in verschiedenen Subsystemen (Stammknoten) durch ein Semikolon (;) und einen Doppelpunkt (:) getrennt werden. Zum Beispiel benötigt der String

```
INP:COUP AC;:TRIG:SOUR EXT
```

ein Semikolon und einen Doppelpunkt, weil die Subsysteme/Stammknoten (INPut und TRIGger) nicht identisch sind.

Gemeinsames Subsystem Für Befehle mit gemeinsamem Subsystem können mehrere Befehle auch in einem einzelnen String gesendet werden. Der erste Befehl referenziert den Stammknoten und darauffolgende, durch Semikolons getrennte Befehle werden auf derselben Ebene wie der vorhergehende Befehl referenziert. Beispiel: Die Befehlssequenz, die das Subsystem `CALCulate2` darstellt:

```
CALC2:TRAN:HIST:STAT ON
CALC2:TRAN:HIST:POIN 15
CALC2:TRAN:HIST:RANG:AUTO ON
CALC2:TRAN:HIST:RANGe:AUTO:COUNt 300
```

kann folgendermaßen in einem String gesendet werden:

```
CALC2:TRAN:HIST:STAT ON;POIN 15;RANG:AUTO ON;AUTO:COUN 300
```

Separate Befehlszeilen oder Strings? Wenn Befehle statt in separaten Befehlszeilen in einem einzelnen String gesendet werden, können „Einstellungskonflikt“-Fehler vermieden werden. Beim Senden in separaten Zeilen prüft der Zähler bei der Analyse jeder Befehlszeile, ob Fehler vorliegen. Beim Senden in einem String wird der gesamte String analysiert, bevor Fehlerbedingungen geprüft werden.

Verknüpfen von allgemeinen IEEE 488-2- und SCPI-Befehlen

In einem Befehlsstring, der sowohl allgemeine IEEE 488.2-Befehle (z. B. `*RST`, `*WAI`, `*OPC?`) als auch SCPI-Gerätebefehle enthält, werden die allgemeinen Befehle mit einem Semikolon (;) von den SCPI-Befehlen getrennt. Der folgende String ist ein Beispiel:

```
CALC:STAT ON;AVER:STAT ON;:INIT;*WAI;CALC:AVER:AVER?
```

Die MEASure- und CONFigure-Befehle

Der Zähler führt jede Messung nach einer Konfiguration durch, die auf mehreren Parametern basiert. Der **einfachste** und gängigste Ausgangspunkt zur Einstellung dieser Parameter **per Programm** ist die Verwendung von Befehlen innerhalb der Subsysteme `CONFigure` und `MEASure`. Diese Befehle gelten als „High-Level"-Befehle, da mehrere Zählerparameter durch einen einzigen Befehl eingestellt oder auf Standardwerte gesetzt werden. „Low-Level"-Befehle sind in anderen Subsystemen enthaltene Befehle (d. h. `INPut`, `TRIGger`, `SENSe`), mit denen Sie einen der eingestellten oder auf Standardwerte gesetzten Parameterwerte mit `CONFigure` oder `MEASure` ändern können.

Das Ausführen von Befehlen der Subsysteme `CONFigure` und `MEASure` entspricht der individuellen Einstellung von Parametern mithilfe der in Tabelle 3-2 aufgeführten Befehle/Subsysteme.

Tabelle 3-2. Zählerkonfiguration mittels CONFigure und MEASure

Parameter	CONFigure-/MEASure-Einstellung	Low-Level-Befehl/Subsystem
Eingang	Vorherige oder Einschalteinstellungen von Bereich, Tiefpassfilterung, Kopplung, Impedanz und Rauschunterdrückung bleiben unverändert.	INPut{1|2}:RANGe INPut{1|2}:FILTer INPut{1|2}:COUPling INPut{1|2}:IMPedance INPut{1|2}:NREJect
Messmodus	**AUTO** für Messungen der Frequenz, des Frequenzverhältnisses, der Durchschnittsperiode oder für PRF- und PRI-Messungen. Für alle anderen unverändert.	SENSe:FREQuency:MODE
Triggerquelle	**IMMediate**	TRIGger:SOURce
Triggerflanke	**NEGative**	TRIGger:SLOPe
Triggerverzögerung	**0,0 Sekunden**	TRIGger:DELay
Triggerzahl	**1 Trigger**	TRIGger:COUNt
Samplingzahl	**1 Sample**	SAMPle:COUNt

Parameter	CONFigure-/MEASure-Einstellung	Low-Level-Befehl/Subsystem
Gate-Quelle	Basierend auf mithilfe des Befehls CONFigure oder MEASure angegebener Messfunktion.	SENSe:FREQuency:GATE:SOURce SENSe:TINTerval:GATE:SOURce SENSe:TOTalize:GATE:SOURce
GATE-Startquelle	**IMMediate**	SENSe:GATE:STARt:SOURce
GATE-Startflanke	**NEGative**	SENSe:GATE:STARt:SLOPe
GATE-Startverzögerung	**TIME** **0,0 Sekunden**	SENSe:GATE:STARt:DELay:SOURce SENSe:GATE:STARt:DELay:TIME
GATE-Stoppquelle	**IMMediate**	SENSe:GATE:STOP:SOURce
GATE-Stopp-Holdoff	**TIME** **0,0 Sekunden**	SENSe:GATE:STOP:HOLDoff:SOURce SENSe:GATE:STOP:HOLDoff:TIME
GATE-Stoppflanke	**NEGative**	SENSe:GATE:STOP:SLOPe
Externe Gate-Quelle	'Gate In/Out'-BNC	OUTPut:STATe
Burst-Gate autom.	**On** (aktiviert)	SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:AUTO
Burst-Gate-Verzögerung	**0,0 Sekunden**	SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:DELay
Burst-Gate-Zeit	**1,0 µs**	SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:TIME
Modus für den schmalen Impuls	**Off** (deaktiviert)	SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:NARRow
Math Grafik	Deaktiviert, inklusive der einzelnen Rechenfunktionen. Sonstige Parameter bleiben unverändert.	CALCulate1-Subsystem CALCulate2-Subsystem
Auto-Level-Frequenz	Unverändert	SYSTem:ALEVel:FREQuency
Messzeitüberschreitung	Unverändert	SYSTem:TIMeout
Referenzoszillator	Unverändert gegenüber vorhergehenden Einstellungen.	SENSe:ROSCillator:SOURce SENSe:ROSCillator:SOURce:AUTO SENSe:ROSCillator:EXTernal:FREQuency
Messwertformat Datenspeicherung Gerätestatus	Unverändert gegenüber vorhergehenden Einstellungen. Unverändert gegenüber vorhergehenden Einstellungen. Unverändert gegenüber vorhergehenden Einstellungen.	FORMat-Subsystem DATA-Subsystem STATus-Subsystem

Verwenden von MEASure

Messungen, die Befehle aus dem `MEASure`-Subsystem verwenden, werden bei Ausführung des Befehls durchgeführt und basieren auf in der Syntax angegebenen Parametern. Die Ergebnisse werden an den Ausgabepuffer des Geräts gesendet.

Zum Beispiel führt der `MEASure`-Befehl

```
MEAS:FREQ? 60.0, 1e-3, (@1)
```

eine einzige Messung mit einer Auflösung von fünf Stellen (1 MHz) an einem erwarteten 60-Hz-Signal auf Kanal 1 durch. Alle sonstigen Zählerparameter (Eingangskonfiguration, Triggerquellen etc.) werden auf für den jeweiligen `MEASure`-Befehl vordefinierte Werte gesetzt oder bleiben im Vergleich zu vorher programmierten Werten unverändert.

Da die Messung sofort durchgeführt wird, bleiben Änderungen der Zählerkonfiguration auf die innerhalb des Befehls befindlichen Parameter beschränkt.

Verwenden von CONFigure

Bei Messungen, die Befehle aus dem `CONFigure`-Subsystem verwenden, können Low-Level-Befehle zum Ändern von Zählerparametern vor Durchführung der Messung eingesetzt werden. Beispielsweise sei folgende Konfiguration erforderlich:

- Frequenzmessung
- externer Trigger - positive Flanke
- Triggerzahl = 2
- Samplingzahl (Messwerte pro Trigger) = 5
- Messzeit = 5 ms

Der Befehl `MEASure:FREQuency?` kann nicht verwendet werden, da er sofort nach Einstellung der Triggerquelle auf ‘intern’, der Triggerzahl auf ‘1’ und der Samplingzahl auf ‘1’ eine Messung auslöst. Die Messzeit wird auf 0,1 Sekunden eingestellt.

Mit CONFigure und den entsprechenden Low-Level-Befehlen kann die Konfiguration vor Einleitung der Messung geändert werden (SCPI-Befehle in abgekürzter Form):

```
//Zähler für Frequenzmessungen konfigurieren
//Parameterwerte gegenüber der Einstellung von CONFigure
//ändern
CONF:FREQ 1.0E6, (@2)
   TRIG:SOUR EXT
   TRIG:SLOP POS
   TRIG:COUN 2
   SAMP:COUN 5
   SENS:FREQ:GATE:TIME 0.005
   SENS:FREQ:GATE:SOUR TIME
INIT
```

Verwenden von CONFigure?

Der folgende Befehl:

CONFigure?

gibt die vom *letzten* CONFigure konfigurierte Messfunktion oder den an das Gerät gesendeten MEASure?-Befehl zurück. Bei Senden von CONFigure? nach dem Aus- und Einschalten wird ein Einstellungskonfliktfehler generiert, bis CONFigure oder MEASure? gesendet wird.

Zum Beispiel:

```
CONF:FREQ 1.0E6, (@2)
CONF?
```

gibt (inklusive Anführungszeichen) Folgendes zurück:

```
"FREQ +1.00000000000000E+006,+1.00000000000000E-004,(@2)"
```

was Funktion, erwarteten Wert, (berechnete) Auflösung und Kanal beinhaltet. Wird im Befehl CONFigure oder MEASure keine Kanalnummer angegeben, enthält der Rückgabestring keinen Kanal.

Frequenz- und Periodenmessungen

Mit den 53220A/53230A Messungen in diesem Abschnitt werden Frequenz, Frequenzverhältnis und Periode erfasst.

HINWEIS

Die in diesen Beispielen aufgelisteten SCPI-Befehle dienen zur Einführung in die Durchführung von Frequenzmessungen. Befehle können auch einbezogen sein, obwohl sie Standardwerte angeben - aber welche sollten bei der Änderung der Beispiele für den tatsächlichen Gebrauch berücksichtigt werden? Weitere Informationen finden Sie in der 'Programmer's Reference' auf der Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD.

Frequenz

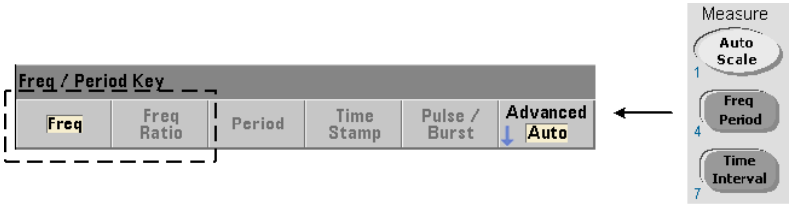


Abbildung 3-2 zeigt eine standardmäßige Frequenzmessung.

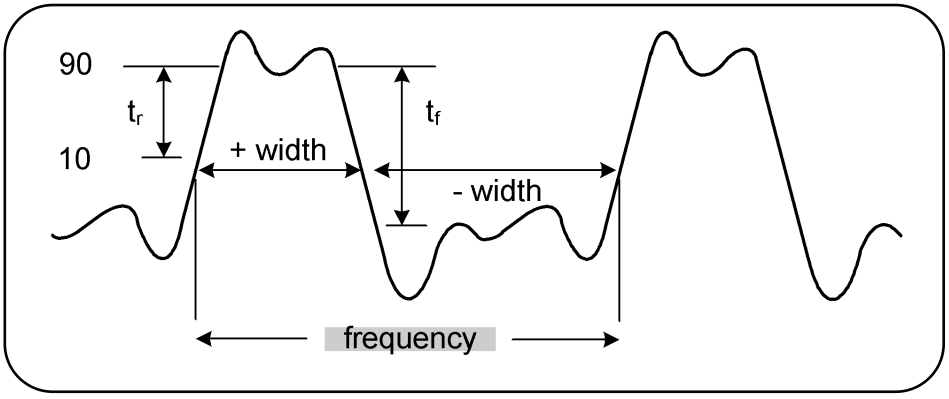


Abbildung 3-2. Standardmäßige Frequenzmessung

Folgende Befehle werden für Frequenzmessungen verwendet:

MEASure:FREQuency? [{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]][,<Kanal>]

CONFigure:FREQuency [{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]][,<Kanal>]

- **erwartet** steht für die erwartete Eingangssignalfrequenz. **Auflösung** ist die gewünschte Messauflösung in Hertz. Die Parameterbereiche sind:

`erwartet` (Kanäle 1 und 2): 0,1 Hz - 350 MHz (Standard = 10 MHz)
`erwartet` (Kanal 3 Option 106): 100 MHz bis 6,0 GHz (Standard = 500 MHz)
`erwartet` (Kanal 3 Option 115): 300 MHz bis 15 GHz (Standard = 500 MHz)

`Auflösung` (alle Kanäle): 1,0E-15 * `erwartet` bis 1,0E-5* `erwartet` (standardmäßige `Auflösung` entspricht einer Messzeit von 0,1s)

- **Kanal** ist Zählerkanal 1, 2 oder 3; angegeben als `(@1)`, `(@2)` oder `(@3)`.

Beispiele für Frequenzmessungen

```
// Verwenden von MEASure? - 20-MHz-Signal mit 0,1 Hz
// Auflösung messen
*RST   // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu beginnen
MEAS:FREQ? 20E6, 0.1, (@1)
------------------------------------------------------
// Verwenden von CONFigure - 20-MHz-Signal mit
// 0,1 Hz Auflösung messen, 10 Messwerte erfassen
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                 // zu beginnen
CONF:FREQ 20E6, 0.1, (@1)
  SAMP:COUN 10 // 10 Messwerte erfassen
READ?
```

Hinweise

1. Informationen zum Triggern sowie zur Anzahl der Messwerte pro Trigger (Samplingzahl) siehe Kapitel 5.

Frequenzverhältnis

Eine Frequenzverhältnismessung ist die Messung von zwei Signalen, bei der ein Signal in der Regel als Referenz dient (Abbildung 3-3). Die Signale können verschiedene Signalformen aufweisen und auf beliebige 2-Kanal-Kombinationen im Zähler angewandt werden.

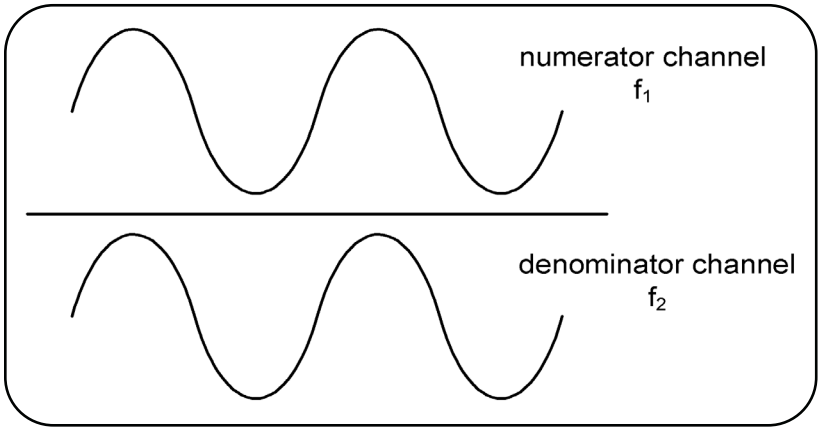


Abbildung 3-3. Verhältnis zweier Eingangssignalmessungen

Folgende Befehle werden für Frequenzverhältnismessungen verwendet:

```
MEASure:FREQuency:RATio?
[{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]] [,<Kanalpaar>]

CONFigure:FREQuency:RATio
[{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]] [,<Kanalpaar>]
```

- **erwartet** steht für das erwartete *Verhältnis* der beiden Eingangssignale.

Auflösung steht für die gewünschte Auflösung der Verhältnismessung. Die Parameterbereiche sind:

`erwartet` (Ch1/Ch2, Ch2/Ch1): 2.8E-10 bis 3.5E+9
`erwartet` (Ch1/Ch3, Ch2/Ch3 - Option 106): 1.6E-11 bis 3.5
`erwartet` (Ch1/Ch3, Ch2/Ch3 - Option 115): 6.6E-12 bis 1.2

`erwartet` (Ch3/Ch1, Ch3/Ch2 - Option 106): 0.28 bis 6.0E10
`erwartet` (Ch3/Ch1, Ch3/Ch2 - Option 115): 0.85 bis 15.0E10

`Auflösung` (alle Kanäle): 1,0E-15 * `erwartet` bis 1,0E-5* `erwartet` (standardmäßige `Auflösung` entspricht einer Messzeit von 0,1s)

- **`Kanalpaar`**-Einstellungen sind `(@1),(@2)`|`(@2),(@1)`|`(@1),(@3)`|`(@3),(@1)`|`(@2),(@3)`|`(@3),(@2)`. Innerhalb des Paars steht der erste Kanal für den Zähler und der zweite für den Nenner des Verhältnisses. Das standardmäßige `Kanalpaar` ist `(@1),(@2)`.

Beispiele für Frequenzverhältnisse

```
// Verwenden von MEASure? - Verhältnismessung mit
// Erwartung eines 1:1-Verhältnisses, Einstellen eines
// Auflösungsverhältnisses von 6 Stellen
*RST          // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
              // beginnen
MEAS:FREQ:RAT? 1, 1.0E-6, (@1),(@2)
-------------------------------------------------------

// Verwenden von CONFigure - Verhältnismessung mit
// Erwartung eines 1:1-Verhältnisses, Einstellen eines
// Auflösungsverhältnisses von 9 Stellen
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                 // zu beginnen
CONF:FREQ:RAT 1, 1.0E-9, (@1),(@2)
   INP:LEV 1.5   // Einstellen eines Schwellenwerts von
                 // 1,5 V (Ch. 1)
   INP2:LEV 1.5  // Einstellen eines Schwellenwerts von
                 // 1,5 V (Ch. 2)
READ?
```

Hinweise

1. Die Auflösungsstellen in den obigen Verhältnismessungen werden mithilfe der Auflösungsparameter (`1.0E-6`, `1.0E-9`) eingestellt. Der Exponent entspricht praktisch der Stellenzahl. Informationen zur Beziehung zwischen Messzeit und Messwertauflösung siehe „Frequenzmessungen“ in Kapitel 5.
2. Weitere Informationen zu Zählerschwellenwerten und zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads siehe Kapitel 4.

Periode

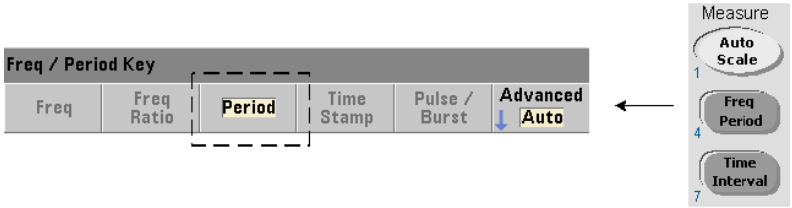


Abbildung 3-4 zeigt eine standardmäßige Periodenmessung.

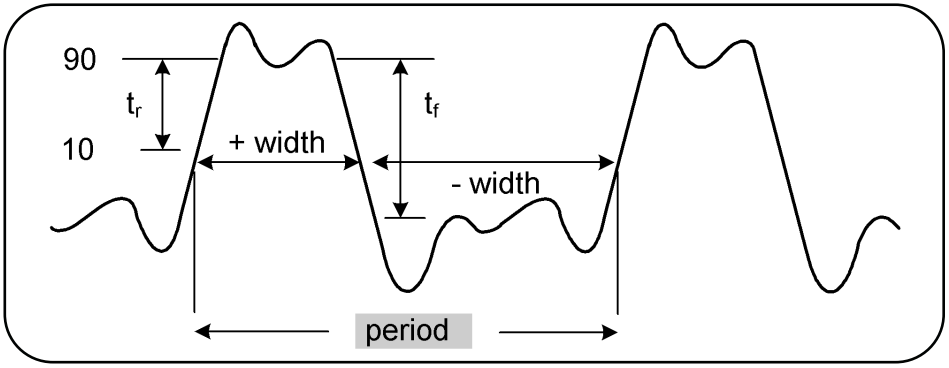


Abbildung 3-4. Standardmäßige Periodenmessung

Folgende Befehle werden für Periodenmessungen verwendet:

```
MEASure:PERiod? [{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]][,<Kanal>]

CONFigure:PERiod [{<erwartet>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<Auflösung>|MINimum|MAXimum|DEFault}]][,<Kanal>]
```

- **`erwartet`** steht für die erwartete Eingangssignalperiode. **`Auflösung`** ist die gewünschte Messauflösung in Sekunden. Die Parameterbereiche sind:

`erwartet` (Kanäle 1 und 2): 2,8 ns bis 10 s (Standard = 100 ns)
`erwartet` (Kanal 3 Option 106): 160 ps bis 10 ns (Standard = 2 ns)
`erwartet` (Kanal 3 Option 115): 66 ps bis 3,33 ns (Standard = 2 ps)

`Auflösung` (alle Kanäle): 1,0E-15 * `erwartet` bis 1,0E-5* `erwartet`
(standardmäßige `Auflösung` entspricht einer Messzeit von 0,1s)

- **`Kanal`** ist Zählerkanal 1, 2 oder 3; angegeben als `(@1)`, `(@2)` oder `(@3)`.

Beispiele für Periodenmessungen

```
// Verwenden von MEASure? - Messen der Periode eines
// 100-ns-(10 MHz)-Signals mit Auflösung von 12 Stellen
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                 // zu beginnen
MEAS:PER? 100E-9, 1E-12, (@1)
```

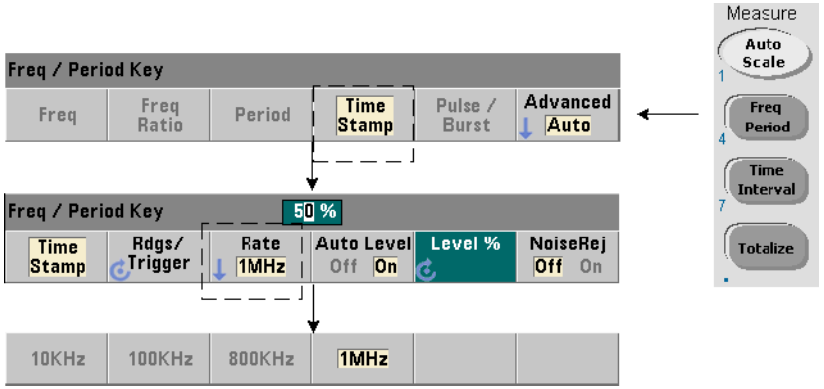
```
// Verwenden von CONFigure - Messen der Periode eines
// 100-ns-(10 MHz)-Signals mit Auflösung von 12 Stellen
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                 // zu beginnen
SYST:TIM 1.0     // 1s Messzeitüberschreitung (pro Messung)
CONF:FREQ 100E-9, 1E-12, (@1)
  SAMP:COUN 10 // 10 Messwerte erfassen
READ?
```

Hinweise

1. Informationen zum Triggern sowie zur Anzahl der Messwerte pro Trigger (Samplingzahl) siehe Kapitel 5.

2. Weitere Informationen zu Zählerschwellenwerten und zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads siehe Kapitel 4.

Zeitstempel



Die Zeitstempelmessungen erfassen Ereignisse (Flanken), wenn diese an den Eingangskanälen des Zählers auftreten. Ein Beispiel von Zeitstempelmessungen zwischen den Flanken einer Eingabewellenform wird in Abbildung 3-5 dargestellt. (Zeitstempelmessungen sind **nur für 53230A** verfügbar.)

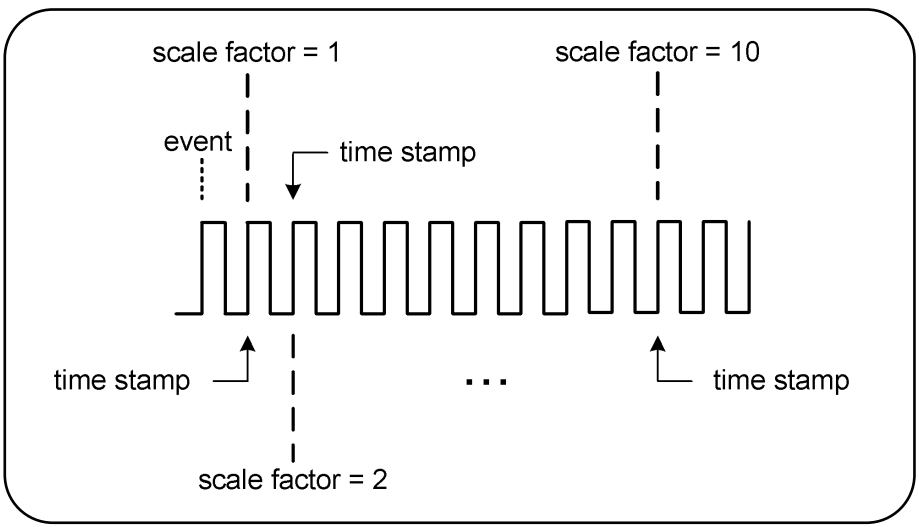


Abbildung 3-5. Zeitstempelereignisse am Zählerkanal

Folgende Befehle werden für Zeitstempelmessungen verwendet:

MEASure:ARRay:TSTamp? [(<Zähler>) [,<Kanal>]]

CONFigure:ARRay:TSTamp [(<Zähler>) [,<Kanal>]]

[SENSe:]TSTamp:RATE {<Frequenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[SENSe:]TSTamp:RATE? [{MINimum| MAXimum|DEFault}]
(Abfrageformular)

- **(Zähler)** ist die Anzahl der zurückgegebenen Zeitstempelmessungen (Messwerte/Trigger). Jeder Zähler muss in Klammern stehen. **In den Daten ist ein Skalenfaktor enthalten**, so dass tatsächlich `Zähler`+1-Elemente zurückgegeben werden. Beachten Sie, dass `TRIGger:COUNt` für jeden ausgegebenen Befehl `READ?` oder `INITiate` immer „1“ ist.

- **Kanal** ist der Zählerkanal 1, 2 oder 3, der als `(@1)`, `(@2)` oder `(@3)` angegeben wird.

- **Frequenz** ist die Frequenz, bei der Zeitstempelwerte erfasst werden. `Frequenz`-Werte sind 10.0E3, 100E3, 800E3 und 1.0E6. Die tatsächliche Frequenz hängt von der Frequenz des Eingangssignals ab. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PREset` oder Taste Preset) wird die Frequenz auf 1.0E6 festgelegt.

Beispiel einer Zeitstempelmessung

```
// Zähler für 200 Zeitstempelmessungen konfigurieren
*RST                    // zurücksetzen, um mit bekanntem
                        // Status zu beginnen
SYST:TIM 1.0            // 1 s Messzeitüberschreitung
CONF:ARR:TST (200), (@1)
    INP:COUP DC        // DC-Kopplung einstellen
    INP:IMP 50         // Impedanz auf 50 Ohm setzen
    INP:LEV 1          // Schwellenwert von 1 V einstellen
    INP:SLOP POS       // Positive Zeitstempelflanken
    SENS:TST:RATE 1E6 // Zeitstempelfrequenz von 1 MHz
INIT                   // Messungen initialisieren und
                        // Messwerte erfassen
*WAI                    // auf Abschluss der Messwerte
                        // warten
// Messwerte aus dem Messwertspeicher in eine Datei in den
```

```
// Stammordner auf dem USB-Speichergerät übertragen
MMEM:STOR:DATA RDG_STORE, "USB:\ts_data.csv"
```

Hinweise

1. In diesem Beispiel werden 200 Zeitstempelwerte bei einer Frequenz von 1 MHz erfasst und im Messwertspeicher des Zählers gespeichert. Die Messwerte werden dann auf ein USB-Laufwerk, das mit dem „Host“-Anschluss des vorderen Zähler-Bedienfelds verbunden ist, als kommagetrennte Werte (CSV) gespeichert. Dabei enthält eine Zeile im ASCII-Format eine Messung.

2. Die mit den Zeitstempelmessungen zurückgegebenen Daten umfassen einen ***Skalenfaktor***, gefolgt von den Zeitstempelwerten (in Sekunden). Der Skalenfaktor, d. h. die Anzahl der Eingabezyklen pro Zeitstempel, erhöht sich, da die Frequenz des Eingangssignals **größer** als die festgelegte Zeitstempelfrequenz wird. **Zeitstempelwerte** sind entweder die Signalperiode selbst (Skalenfaktor = 1 für Eingangsfrequenzen ≤ Zeitstempelfrequenz) oder die Signalperiode multipliziert mit dem Skalenfaktor.

Angenommen, ein 10-MHz-Eingangssignal und eine 1-MHz-Zeitstempelfrequenz haben einen Skalenfaktor von 11. Die Daten für diese Messung werden dann wie folgt dargestellt:

```
1.10000000E+01    (Skalenfaktor: 11 Zyklen pro Zeitstempel)
1.10077637E-06    (1. Zeitstempel = Signalperiode x Skalenfaktor)
1.09963867E-06    (2. Zeitstempel = Signalperiode x Skalenfaktor)
1.10005859E-06                    .
1.09999023E-06                    .
1.09988770E-06                    .
1.10017578E-06                    .
```

Die *Division* eines Zeitstempelwerts durch den Skalenfaktor ergibt die **Eingangssignalperiode** (z. B. `1.10077637E-06 / 11 = 1.00070579E-7`).

3. Weitere Informationen zu Zählerschwellenwerten und zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads siehe Kapitel 4.

4. Weitere Informationen zum Datenfluss, Messwertspeicher und zum Erstellen von Datendateien siehe Kapitel 7.

Zeitintervallmessungen

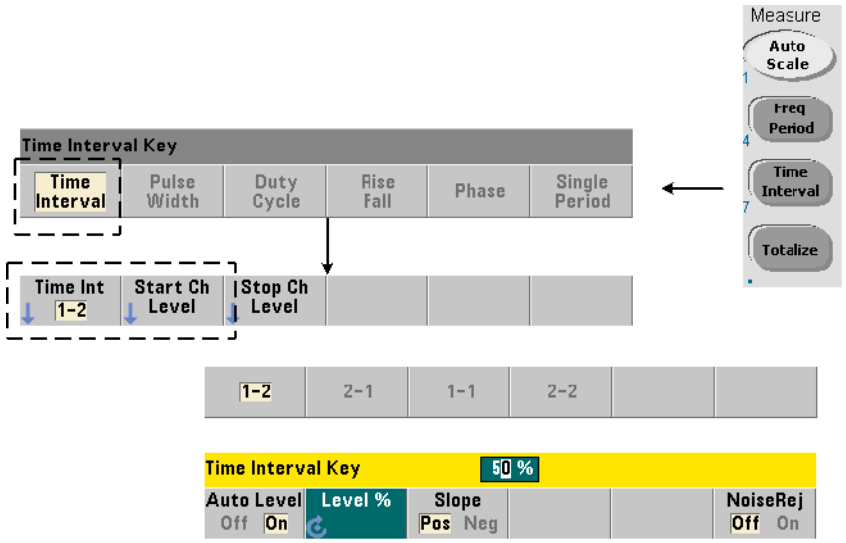
Die in diesem Absatz beschriebenen 53220A/53230A Zeitintervallmessungen umfassen Einkanal- und Zweikanal-Intervalle, die Anstiegs-/Abfallzeit, die Pulsbreite, das Tastverhältnis, die Phase und die Einzelperiode.

HINWEIS

Die in diesen Beispielen aufgelisteten SCPI-Befehle dienen zur Einführung in die Zeitintervallmessungen. Befehle können auch einbezogen sein, obwohl sie Standardwerte angeben - aber welche sollten bei der Änderung der Beispiele für den tatsächlichen Gebrauch berücksichtigt werden? Weitere Informationen finden Sie in der 'Programmer's Reference' auf der Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD.

Weitere Informationen zu Zeitintervallmessungen siehe Applikationsbericht 200-3 zu den Grundlagen der Zeitintervallmessungen, der auch auf der CD enthalten ist.

Zeitintervall



Eine Zeitintervallmessung besteht aus dem Unterschied zwischen zwei Ereignissen oder Flanken auf verschiedenen Wellenformen oder auf derselben Wellenform. Eine typische Zweikanal-Zeitintervallmessung wird in Abbildung 3-6 dargestellt.

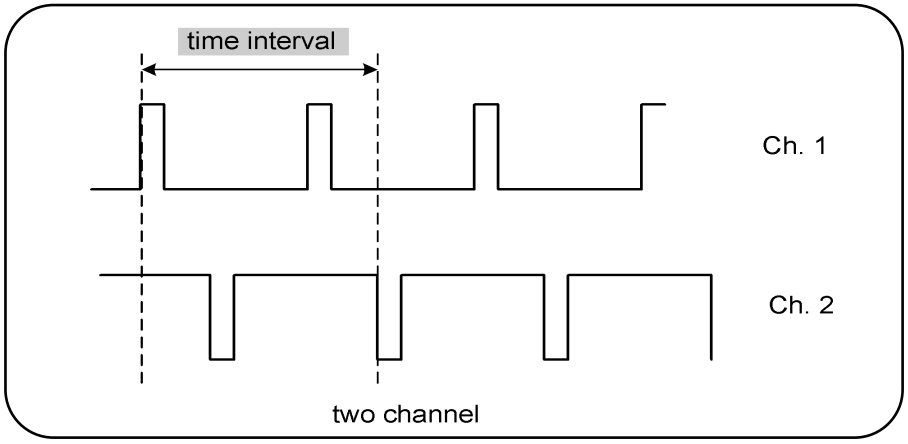


Abbildung 3-6. Zweikanal-Zeitintervallmessung

Folgende Befehle werden für Zeitintervallmessungen verwendet:

MEASure:TINTerval? [<Kanalpaar>]

CONFigure:TINTerval [<Kanäle>]

- **Kanalpaar** enthält Kanäle in der folgenden Form: `(@1),(@2)|(@2),(@1)`

- **Kanäle** kann ein Kanalpaar oder ein einzelner Kanal in der folgenden Form sein:

`(@1),(@2) | (@2),(@1) | (@1)|(@2)`

Die Eingangskanäle werden (standardmäßig) für ein Auto-Leveling von 50 % mit einer positiven Flanke konfiguriert.

Beachten Sie beim Konfigurieren von Zeitintervallmessungen die Einstellungen für die Start- oder Stopp-Eingangsschwellenwerte, Eingangsflanke oder Gate-Stopp-Holdoff.

INPut{1|2}:LEVel{1|2} oder **INPut{1|2}:LEVel{1|2}:RELative**

INPut{1|2}:SLOPe{1|2}

SENSe:GATE:STOP:HOLDoff:SOURce

Messungen, bei denen nicht mindestens eine dieser Einstellungen geändert wird, ergeben Werte von ca. 0 Sekunden, da die Messung an derselben Flanke (Anstieg) etwa zur gleichen Zeit startet und stoppt.

Beispiel einer Zweikanal-Zeitintervallmessung

```
// Verwenden von CONFigure zum Einrichten einer Zweikanal-
// Zeitintervallmessung
// Bei Kanal 1 starten, bei Kanal 2 stoppen
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
SYST:TIM 5.0          // Messzeitüberschreitung von 5 s
                      // einstellen
CONF:TINT (@1), (@2)  // Zweikanal-Messung konfigurieren
   INP1:LEV:AUTO ON   // Auto-Level auf Kanal 1 aktivieren
   INP2:LEV:AUTO ON   // Auto-Level auf Kanal 2 aktivieren
   INP1:LEV1:REL 10   // Schwellenwert von Kanal 1 auf 10%
                      // einstellen
   INP2:LEV1:REL 10   // Schwellenwert von Kanal 2 auf 10%
                      // einstellen
   INP1:SLOP POS      // Messung auf steigender Flanke von
                      // Kanal 1 starten
   INP2:SLOP POS      // Messung auf steigender Flanke von
                      // Kanal 2 stoppen
     SENS:GATE:STOP:HOLD:SOUR TIME   // Holdoff des
                      // geschlossenen Gates
     SENS:GATE:STOP:HOLD:TIME 200E-9 // 200 ns Holdoff
     SENS:GATE:STAR:SOUR IMM // Messung starten, wenn Gate
                             // empfangen
     SENS:GATE:STOP:SOUR IMM // Messung stoppen, wenn
                             // Holdoff abgeschlossen
   SENS:TINT:GATE:SOUR ADV   // Gate-Einstellungen
                             // aktivieren
READ?
```

Hinweise

1. Die Auto-Level-Funktion wird auf beiden Kanälen aktiviert, um die relativen Schwellenwerte von 10% des Spitze-zu-Spitze-Signalpegels festzulegen. Die Messung startet auf der positiven (ansteigenden) Flanke auf Kanal 1 und stoppt auf der positiven Flanke auf Kanal 2.

2. Der Gate-Stopp-Holdoff wird festgelegt, damit die gewünschte ansteigende Flanke auf Kanal 2 gewählt und so das Intervall gemessen werden kann.

3. Weitere Informationen zu den Eingangsschwellenwerten und der Flanke siehe Kapitel 4 und Informationen zum erweiterten Gating siehe Kapitel 5.

Einkanal-Zeitintervallmessungen

Im folgenden Beispiel wird eine Einkanal-Zeitintervallmessung auf einem Signal mit den in Abbildung 3-7 dargestellten Eigenschaften gezeigt.

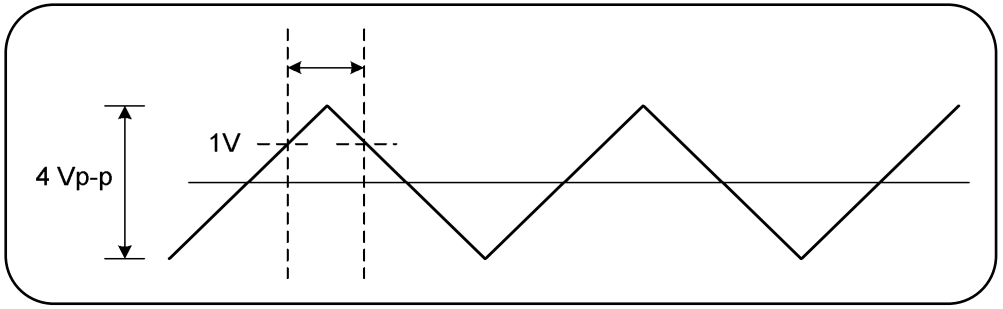


Abbildung 3-7. Einkanal-Zeitintervallmessung

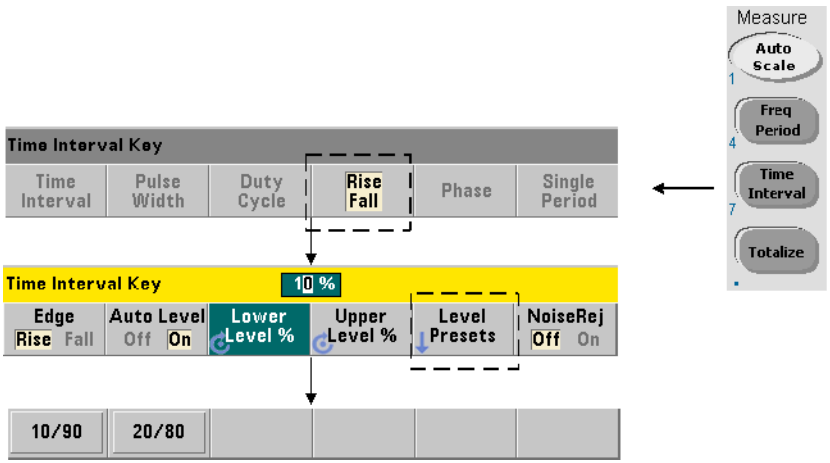
```
// Zeitintervallmessung auf Kanal 1 konfigurieren.
// Standardwerte wie durch CONFigure festgelegt verwenden,
// außer die angezeigten
*RST              // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                  // zu beginnen
CONF:TINT (@1)
   INP:COUP AC    // AC-Kopplung einstellen
   INP:IMP 50     // Impedanz auf 50 Ohm setzen
   INP:LEV1 1.0   // Anfangsschwellenwert von 1 V
                  // einstellen
   INP:LEV2 1.0   // Endschwellenwert von 1 V einstellen
```

```
   INP:SLOP1 POS  // Startflanke auf positiv (ansteigend)
                  // einstellen
   INP:SLOP2 NEG  // Startflanke auf negativ (abfallend)
                  // einstellen
READ?             // Zähler initialisieren und Messwerte
                  // erfassen
```

Hinweise

1. Eingangskopplung und Impedanz werden festgelegt, um sicherzustellen, dass die gewünschten Anfangs- und Endtriggerschwellenwerte als absolute Werte eingestellt werden. Die Messung startet auf der positiven (ansteigenden) Flanke auf Kanal 1 und stoppt auf der negativen (abfallenden) Flanke.

Anstiegszeit und Abfallzeit



Ein Beispiel einer Anstiegs- und Abfallzeit auf einem Eingangssignal wird in Abbildung 3-8 dargestellt.

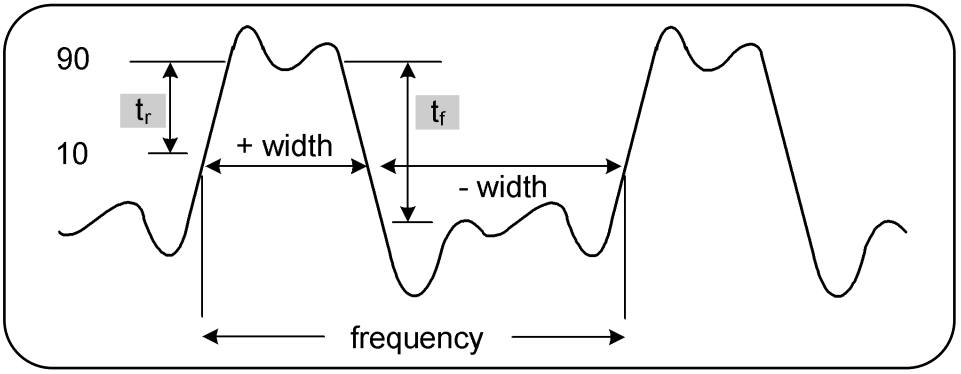


Abbildung 3-8. Antiegszeit- und Abfallzeitmessungen

Folgende Befehle werden für Antiegszeit- und Abfallzeitmessungen verwendet:

```
MEASure:RTIMe?
[{<untere_Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<obere_Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}]] [,<Kanal>]

CONFigure:RTIMe
[{<untere_Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<obere_Referenz>|MINimum|MAXimum| DEFault}]] [,<Kanal>]

MEASure:FTIMe?
[{<untere_Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<obere_Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}]] [,<Kanal>]

CONFigure:FTIMe
[{<untere_Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}
[,{<obere_Referenz>|MINimum|MAXimum| DEFault}]] [,<Kanal>]
```

- **untere_Referenz** und **obere_Referenz** bestimmen den Referenzpegel des Eingangssignals entweder in **Prozent der Spitze-zu-Spitze-Spannung** oder in **absoluten Spannungswerten**. Um den prozentualen Pegel für die Anstiegs- oder Abfallzeit **von** 10% **auf** 90% festzulegen, verwenden Sie einen nummerischen Wert **ohne** Suffix oder mit dem Suffix PCT (z. B. 30 oder 30 PCT).

So legen Sie die Anstiegs- oder Abfallzeitpegel in absoluten Spannungwerten innerhalb dieser Bereiche fest:

5,125-V-Bereich: -5.125V bis +5.125V
51,25-V-Bereich: -51.25V bis +51.25V

Verwenden Sie einen nummerischen Wert mit dem Suffix V oder MW (Millivolt): 100 MV oder 0,1 V (Leerzeichen erlaubt).

Wenn entweder `untere_Referenz` oder `obere_Referenz` ausgelassen oder in Prozent angegeben werden, wird die Auto-Leveling-Funktion aktiviert. Wenn ein absoluter Spannungswert angegeben wird, wird die Auto-Leveling-Funktion deaktiviert.

- **`Kanal`** ist Zählerkanal 1 oder 2 angegeben als `(@1)` oder `(@2)`.

Beispiele für Anstiegs- und Abfallzeitmessungen

```
// Verwenden von MEASure? - Anstiegszeit mit den
// Referenzwerten 20% und 80% messen
*RST    // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
        // beginnen
MEAS:RTIM? 20, 80, (@2)

// Verwenden von CONFigure - Messen der Anstiegszeit auf
// dem Wellensegment von -1,75 V bis +750 mV
*RST            // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
                // beginnen
CONF:RTIM -1.75 V, 750 MV, (@1)
   INP:COUP DC  // DC-Kopplung einstellen
   INP:IMP 50   // Impedanz auf 50 Ohm setzen
READ?
-------------------------------------------------------------
// Verwenden von MEASure? - Abfallzeit mit den
// Referenzwerten 15% und 65% messen
*RST            // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
                // beginnen
MEAS:FTIM? 15PCT, 65PCT, (@2)
-------------------------------------------------------------
```

```
// Verwenden von CONFigure - Messen der Abfallzeit auf dem
// Wellensegment von +1,25 V bis -1,4 V
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
                 // beginnen
CONF:FTIM -1.4V, 1.25V, (@1)
   INP:COUP DC   // DC-Kopplung einstellen
   INP:IMP 50    // Impedanz auf 50 Ohm setzen
READ?
```

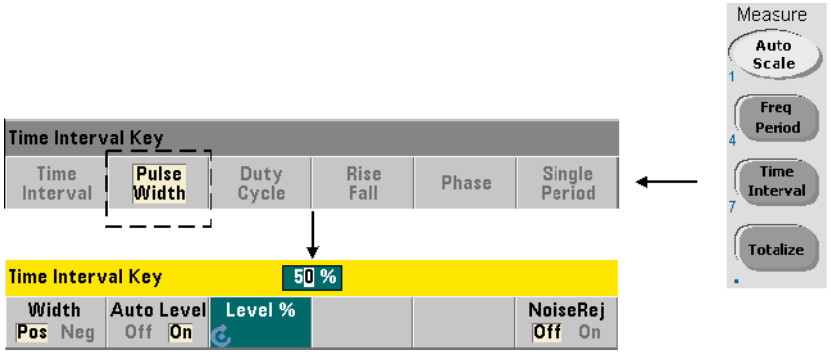
Hinweise

1. Die unteren und oberen Referenzen können als Prozentzahlen oder als absolute Werte in den Befehlen `CONFigure` oder `MEASure?` angegeben werden. Für die Anstiegs- oder Abfallzeitmessung wird die untere Referenz zuerst festgelegt.

2. Absolute Referenzwerte sind relativ zur Amplitude des Signals und müssen die Zähler-Einstellungen der Eingangskopplung und Impedanz berücksichtigen.

3. Weitere Informationen zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads, der Kopplung und Impedanz umfasst, siehe Kapitel 4.

Pulsbreite



Ein Beispiel einer positiven und negativen Pulsbreite wird in Abbildung 3-9 dargestellt.

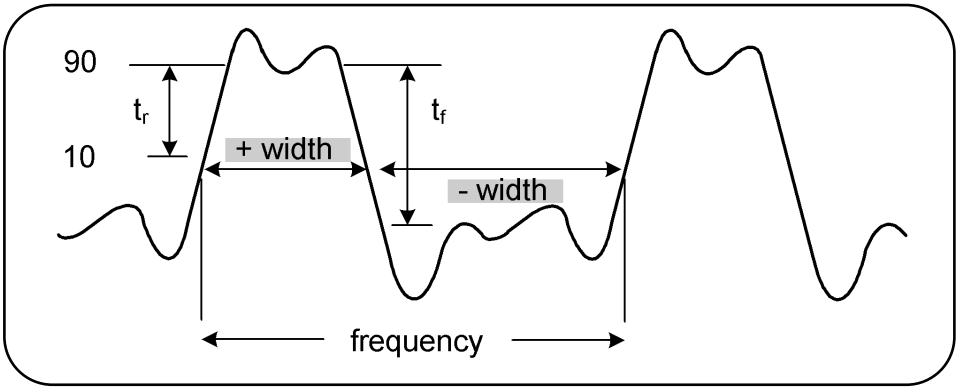


Abbildung 3-9. Messungen von positiven und negativen Pulsbreiten

Folgende Befehle werden für die Messungen von positiven und negativen Pulsbreiten verwendet:

```
MEASure:PWIDth? [{<Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}]
[,<Kanal>]

CONFigure:PWIDth [{<Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}]
[,<Kanal>]

MEASure:NWIDth? [{<Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}]
[,<Kanal>]

CONFigure:NWIDth [{<Referenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}]
[,<Kanal>]
```

- **Referenz** legt den Schwellenwert fest, bei dem die Pulsbreitenmessung beginnt. Bei Messungen der positiven Pulsbreite definiert der Schwellenwert, bei dem das Signal durch den Schwellenwert in die positive (ansteigende) Richtung und wieder zur negativen (fallende Richtung) geleitet wird, die positive Pulsbreite. Auf dieselbe Weise definiert der Schwellenwert, bei dem das Signal durch den Schwellenwert in die negative (abfallende) Richtung und wieder zur positiven (ansteigende) Richtung geleitet wird, die negative Pulsbreite.

Um den Schwellenwert **von** 10% **bis** 90% der **Spitze-zu-Spitze-Eingangsspannung** einzustellen, verwenden Sie einen nummerischen Wert **ohne** Suffix oder mit dem Suffix PCT (z. B. 30 oder 30 PCT).

So legen Sie den Schwellenwert in **absoluten Spannungswerten** innerhalb dieser Bereiche fest:

5,125-V-Bereich: -5.125V bis +5.125V
51,25-V-Bereich: -51.25V bis +51.25V

Verwenden Sie einen nummerischen Wert mit dem Suffix V oder MW (Millivolt): 100 MV oder 0,1 V (Leerzeichen erlaubt).

Wenn `Referenz` ausgelassen oder in Prozent angegeben wird, wird Auto-Leveling aktiviert. Wenn ein absoluter Spannungswert angegeben wird, wird die Auto-Leveling-Funktion deaktiviert.

- **`Kanal`** ist Zählerkanal 1 oder 2 angegeben als `(@1)` oder `(@2)`.

Beispiele von Messungen der positiven und negativen Pulsbreite

```
// Verwenden von MEASure? - Messen der positiven Breite bei
// 50% (0 V) Referenz
*RST              // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                  // zu beginnen
MEAS:PWID? 50, (@1)

// Verwenden von CONFigure - Messen der positiven Breite
// bei 1,0 V Referenz
*RST            // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
                // beginnen
CONF:PWID 1.0V, (@1)
   INP:COUP DC  // DC-Kopplung einstellen
   INP:IMP 50   // Impedanz auf 50 Ohm setzen
READ?

------------------------------------------------------------
```

```
// Verwenden von CONFigure - Messen der negativen Breite
// bei -500 mV Referenz
*RST            // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
                // beginnen
CONF:NWID -500 MV, (@1)
   INP:COUP DC  // DC-Kopplung einstellen
   INP:IMP 50   // Impedanz auf 50 Ohm setzen
READ?
```

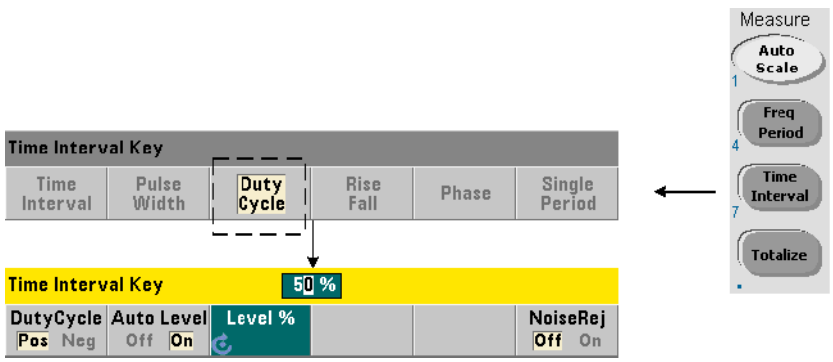
Hinweise

1. Die Referenz (Schwellenwert) kann als Prozentzahl oder als Spitze-zu-Spitze-Amplitude oder als absoluter Wert in den Befehlen `CONFigure` oder `MEASure?` festgelegt werden.

2. Absolute Referenzwerte sind relativ zur Amplitude des Signals und müssen die Zähler-Einstellungen der Eingangskopplung und Impedanz berücksichtigen.

3. Weitere Informationen zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads, der Kopplung und Impedanz umfasst, siehe Kapitel 4.

Arbeitszyklus



Positive und negative Tastverhältnismessungen sind das Verhältnis der positiven oder negativen Breiten in Bezug auf die Signalperiode (Abbildung 3-10).

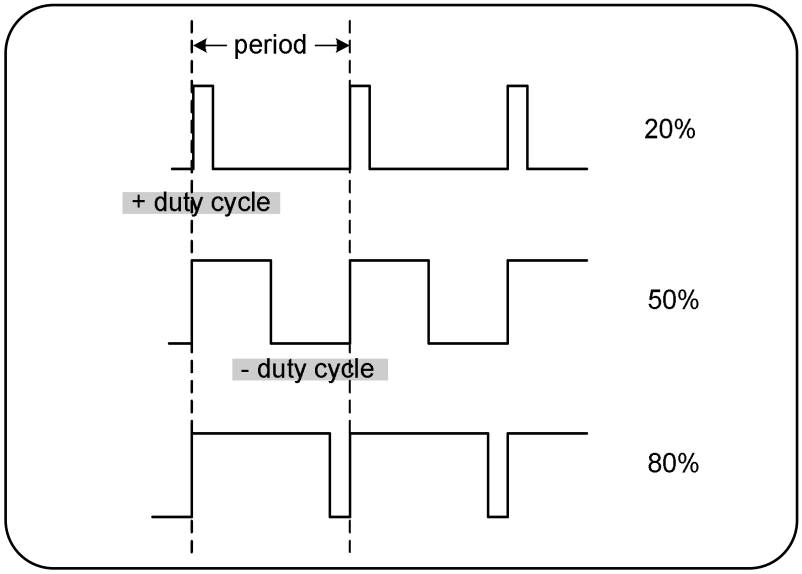


Abbildung 3-10. Positive und negative Tastverhältnismessungen

Folgende Befehle werden für die Messungen von positiven und negativen Tastverhältnissen verwendet:

```
MEASure:PDUTycycle? [{<Referenz>|MINimum|MAXimum| DEFault}]
[,<Kanal>]

CONFigure:PDUTycycle [{<Referenz>|MINimum|MAXimum|
DEFault}] [,<Kanal>]


MEASure:NDUTycycle? [{<Referenz>|MINimum|MAXimum| DEFault}]
[,<Kanal>]

CONFigure:NDUTycycle [{<Referenz>|MINimum|MAXimum|
DEFault}] [,<Kanal>]
```

- **Referenz** legt den Schwellenwert fest, bei dem die Tastverhältnismessung beginnt. Bei Messungen des positiven Tastverhältnisses definiert der Schwellenwert, bei dem das Signal durch den Schwellenwert in die positive (ansteigende) Richtung und wieder zur negativen (fallende Richtung) geleitet wird, das positive Tastverhältnis. Auf dieselbe Weise definiert der Schwellenwert, bei dem das Signal durch den Schwellenwert in die negative (abfallende) Richtung und wieder zur positiven (ansteigende) Richtung geleitet wird, das negative Tastverhältnis.

Um den Schwellenwert **von** 10% **bis** 90% der **Spitze-zu-Spitze-Eingangsspannung** einzustellen, verwenden Sie einen nummerischen Wert **ohne** Suffix oder mit dem Suffix PCT (z. B. 30 oder 30 PCT).

So legen Sie den Schwellenwert in **absoluten Spannungswerten** innerhalb dieser Bereiche fest:

5,125-V-Bereich: -5.125V bis +5.125V
51,25-V-Bereich: -51.25V bis +51.25V

Verwenden Sie einen nummerischen Wert mit dem Suffix V oder MW (Millivolt): 100 MV oder 0,1 V (Leerzeichen erlaubt).

Wenn `Referenz` ausgelassen oder in Prozent angegeben wird, wird Auto-Leveling aktiviert. Wenn ein absoluter Spannungswert angegeben wird, wird die Auto-Leveling-Funktion deaktiviert.

- **Kanal** ist Zählerkanal 1 oder 2 angegeben als `(@1)` oder `(@2)`.

Beispiele von Messungen des positiven und negativen Tastverhältnisses

```
// Verwenden von MEASure? - Messen des positiven
// Tastverhältnisses bei 50% ( 0V) Referenz
*RST              // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                  // zu beginnen
MEAS:PDUT? 50, (@1)

// Verwenden von CONFigure - Messen des positiven
// Tastverhältnisses bei -1,0 V Referenz
*RST            // zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
                // beginnen
```

```
CONF:PDUT -1.0V, (@1)
   INP:COUP DC  // DC-Kopplung einstellen
   INP:IMP 50   // Impedanz auf 50 Ohm setzen
READ?
-------------------------------------------------------------

// Verwenden von CONFigure - Messen des negativen
// Tastverhältnisses bei 50% ( 0V) Referenz
*RST              // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                  // zu beginnen
CONF:NDUT 50 PCT, (@1)
   TRIG:SOUR EXT  // Externe Triggerquelle festlegen
INIT
```

Hinweise

1. Die Referenz (Schwellenwert) kann als Prozentzahl oder als Spitze-zu-Spitze-Amplitude oder als absoluter Wert in den Befehlen `CONFigure` oder `MEASure?` festgelegt werden.

2. Absolute Referenzwerte sind relativ zur Amplitude des Signals und müssen die Zähler-Einstellungen der Eingangskopplung und Impedanz berücksichtigen.

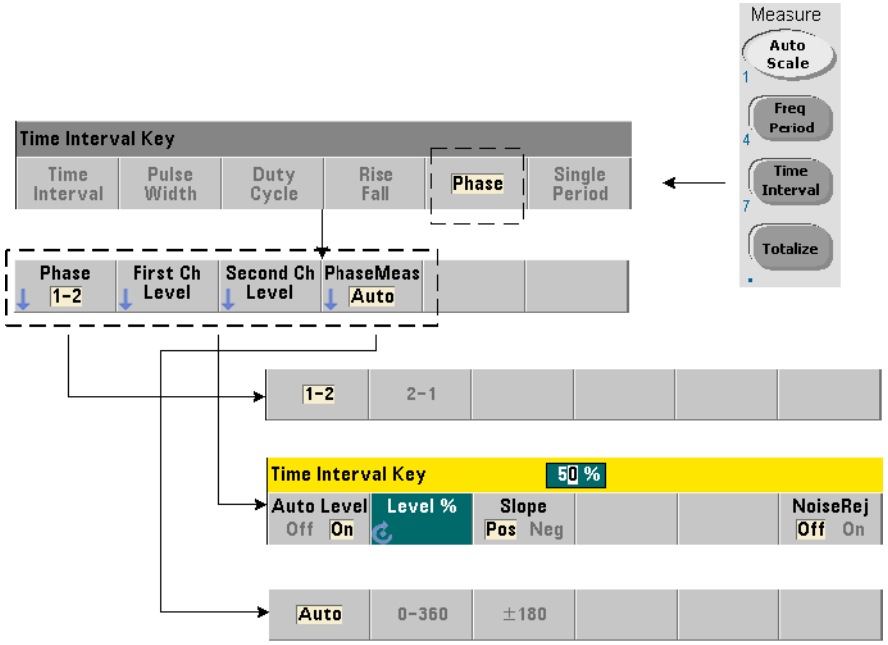
3. Das gemessene Tastverhältnis ist eine dezimale Zahlendarstellung des Verhältnisses. Der Messwert von 5% des Tastverhältnisses kann z. B. im Zähler-Ausgabepuffer wie folgt dargestellt werden:

```
+5.105095730909666E-002
```

Derselbe Messwert wird auf dem Display wie folgt angezeigt: `5.1 Pct`.

4. Weitere Informationen zum Konfigurieren des Eingangssignalpfads finden Sie in Kapitel 4 und Informationen zur Triggerung in Kapitel 5.

Phase



Phasenmessungen zeigen den Phasenunterschied oder die Phasenverschiebung zwischen Signalen auf den Zählerkanälen 1 und 2 an (Abbildung 3-11).

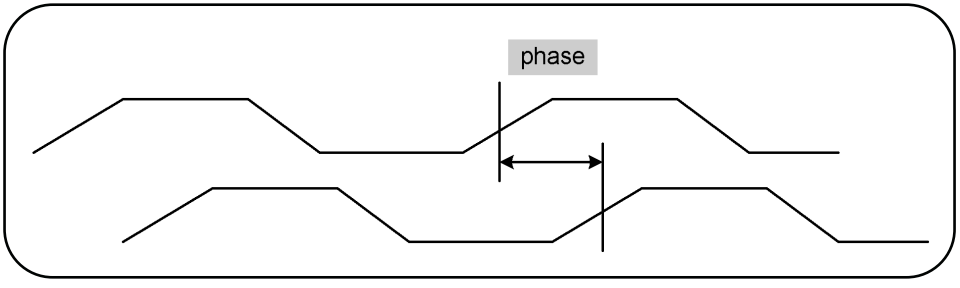


Abbildung 3-11. Phasenmessungen zwischen zwei Kanälen

Folgende Befehle werden für Phasenmessungen verwendet:

MEASure:PHASe? [<Kanalpaar>]

CONFigure:PHASe [<Kanalpaar>]

FORMat:PHASe {AUTO|POSitive|CENTered}
FORMat:PHASe? (Abfrageformular)

- **Kanalpaar**-Einstellungen sind `(@1),(@2)` and `(@2),(@1)`. Der *erste* Kanal des Paars ist relativ zum *zweiten* Kanal.

- **AUTO** wählt automatisch aus, ob der Phasenunterschied als positiver Wert zwischen 0° und 360°oder als negative rWert zwischen ±180° zurückgegeben wird.

- **POSitive** gibt den gemessenen Phasenunterschied als positiven Wert zwischen 0° und 360° zurück.

- **CENTered** gibt den gemessenen Phasenunterschied als positiven oder negativen Wert zwischen ±180° zurück.

Beispiele für Phasenmessungen

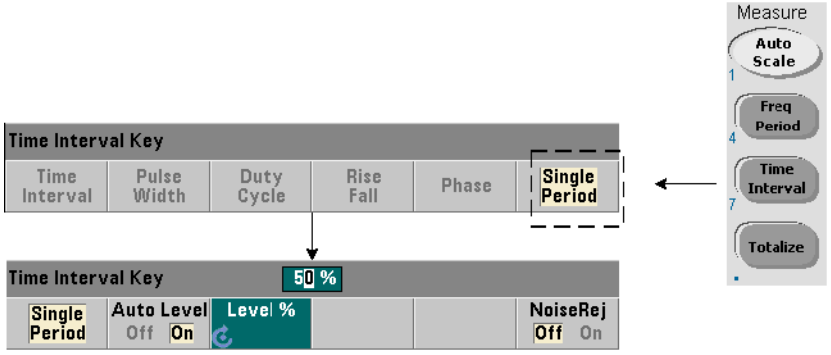
```
// Verwenden von MEASure? - Messen des Phasenunterschieds
// zwischen Kanal 1 und 2
*RST              // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                  // zu beginnen
FORM:PHAS CENT    // Ergebnis als positiven oder negativen
                  // Wert anzeigen
MEAS:PHAS? (@1), (@2)
------------------------------------------------------------
// Verwende von CONFigure - Messen des Phasenunterschieds
// zwischen Kanal 1 und 2, Anzeigen des Ergebnisses als
// Wert zwischen 0 und 360 Grad
*RST              // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                  // zu beginnen
CONF:PHAS (@1), (@2)
   FORM:PHAS POS // Ergebnis als positiven Wert anzeigen
READ?
```

Hinweise

1. Wenn das Phasenformat `CENTered` lautet, könnte eine typische Phasenmessung für 270° phasenverschobene Signale, z. B. `-9.10799485574691E+001`, sein. Wenn das Format aber `POSitive` war, könnte der Phasenunterschied typischerweise `+2.68904450044343E+002` lauten.

2. Phasenmessungen stellen die Signalphase des ersten Kanals in Bezug auf den zweiten Kanal **im Paar** dar. Wenn beispielsweise das Phasenformat `CENTered` lautet und das Signal auf Kanal 2 um eine Periode verzögert ist, die 90° entspricht, ergibt die Messung 90° für das Kanalpaar `(@1),(@2)`. Wenn unter denselben Signalbedingungen das Kanalpaar als `(@2),(@1)` festgelegt wird, ergibt die Messung -90 Grad.

Einzelperiode



Die Einzelperiodenmessung ist eine Form der Zeitintervallmessung und basiert auf einem **einzelnen** Signalzyklus. Einzelperiodenmessungen erfassen Single-Shot-Ereignisse oder 1-Zyklus-Ereignisse und analysieren die Signalmerkmale (z. B. Jitter), die andernfalls bei Standard- oder (durchschnittlichen) Periodenmessungen ausgemittelt werden.

Folgende Befehle werden für Einzelperiodenmessungen verwendet:

MEASure:SPERiod? [<Kanal>]

CONFigure:SPERiod [<Kanal>]

- **Kanal** ist Zählerkanal 1 oder 2; angegeben als `(@1)` oder `(@2)`.

Beispiele für Einzelperiodenmessungen

```
// Verwenden von MEASure? - Durchführen einer
// Einzelperiodenmessung auf Kanal 1
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                 // zu beginnen
MEAS:SPER? (@1)
-----------------------------------------------------------

// Verwenden von CONFigure - Durchführen einer
// Einzelperiodenmessung auf Kanal 1; Messung starten,
// wenn Signal den Schwellenwert 1,5 V erreicht
*RST                // zurücksetzen, um mit bekanntem
                    // Status zu beginnen
CONF:SPER (@1)
   INP:LEV 1.5     // Schwellenwert auf 1,5 V einstellen
READ?
```

Hinweise

1. Verwenden Sie bei Periodenmittelungsmessungen im Gegensatz zu Einzelperiodenmessungen die Befehle `MEASure:PERiod?` oder `CONFigure:PERiod`.

2. Einstellen eines absoluten Schwellenwerts deaktiviert die Auto-Level-Funktion des Zählers. `CONFigure` und `MEASure` aktivieren die Auto-Leveling-Funktion bei 50% (0 V).

3. Weitere Informationen zur Verarbeitung des Eingangssignals, einschließlich des Schwellenwerts und der Empfindlichkeit, siehe Kapitel 4.

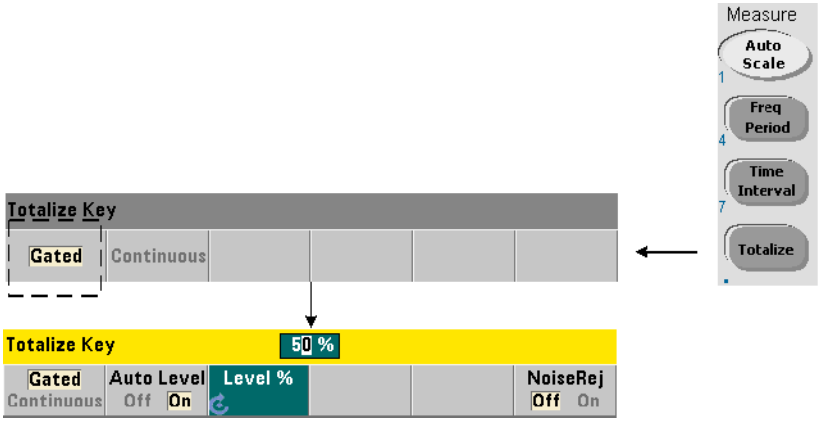
Summierte Messungen

Mit den 53220A/53230A Messungen in diesem Abschnitt werden torgesteuerte und kontinuierliche summierte Messungen durchgeführt.

HINWEIS

Die in diesen Beispielen aufgelisteten SCPI-Befehle dienen zur Einführung in summierte Messungen. Befehle können auch einbezogen sein, obwohl sie Standardwerte angeben - aber welche sollten bei der Änderung der Beispiele für den tatsächlichen Gebrauch berücksichtigt werden? Weitere Informationen finden Sie in der 'Programmer's Reference' auf der Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD.

Torgesteuert



Torgesteuerte (zeitgesteuerte) summierte Messungen zählen Ereignisse (Flanken), die auf dem Kanal für eine angegebene Periodendauer auftreten.

Die Beziehung des Gates zu den Periodeneingangsereignissen werden summiert, wie in Abbildung 3-12 dargestellt.

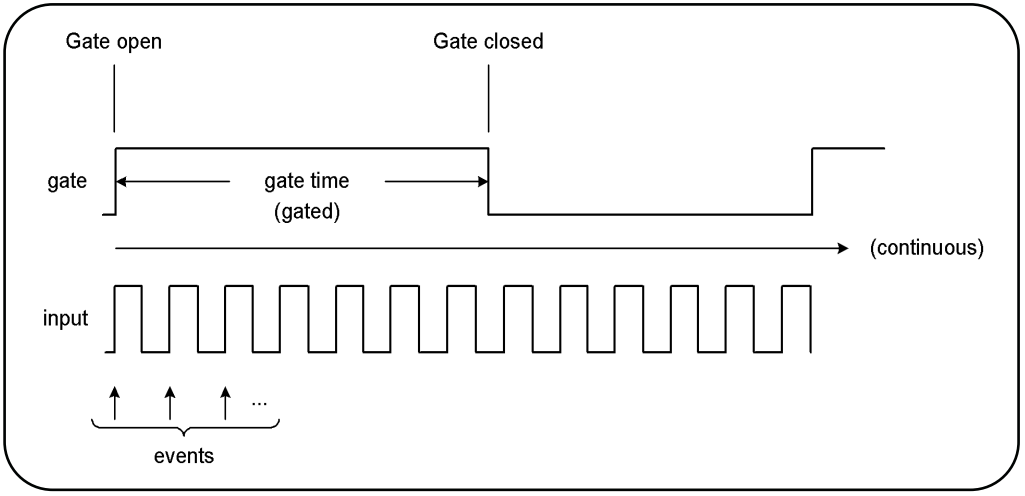


Abbildung 3-12. Torgesteuerte und kontinuierliche summierte Messungen

Folgende Befehle werden für torgesteuerte (zeitgesteuerte) summierte Messungen verwendet:

MEASure:TOTalize:TIMed? [{<Gate_Zeit>|MINimum|MAXimum|DEFault}] [,<Kanal>]

CONFigure:TOTalize:TIMed [{<Gate_Zeit>|MINimum|MAXimum|DEFault}] [,<Kanal>]

- **Gate_Zeit** legt die Zeit fest, in der die Eingangsereignisse auf dem Zählerkanal summiert werden. Der Bereich für `Gate_Zeit` lautet:

53220A: 100 µs bis 1000 s (10 µs Auflösung) oder +9.9E+37 (INFinity)
53230A: 1µ bis 1000 s (1 µs Auflösung) oder +9.9E+37 (INFinity)

Die standardmäßige `Gate_Zeit` für beide Geräte lautet 0,100 s.

- **Kanal** ist Zählerkanal 1 oder 2; angegeben als `(@1)` oder `(@2)`.

Beispiele für torgesteuerte summierte Messungen

```
// Verwenden von MEASure? - Eingänge auf Kanal 1 für 10 µs
// summieren
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                 // zu beginnen
MEAS:TOT:TIM? 10e-6, (@1)
-------------------------------------------------------

// Verwenden von CONFigure - Eingänge auf Kanal 1 für 1 s
// summieren
// Verwenden desselben Signals als Gate-Signal (auf Kanal 2
// anwenden)
*RST   // Zähler zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
       // beginnen
SYST:TIM 3         // 3 s Messzeitüberschreitung
CONF:TOT:TIM (@1)
   INP1:LEV 0.0    // Zählerschwellenwert auf 0 V
                   // einstellen
   INP1:SLOP POS   // Positive Flanken zählen
   INP2:LEV 0.0    // Gate-Schwellenwert auf 0 V einstellen
     SENS:GATE:STAR:SOUR EXT  // Externes Gate-Signal
                              // verwenden
     SENS:GATE:EXT:SOUR INP2  // Gate ist ext. Signal auf
                              // Kanal 2
     SENS:GATE:STAR:SLOP POS  // Gate auf ansteigender
                              // Flanke starten
     SENS:GATE:STOP:HOLD:SOUR TIME  // Holdoff des
                                    // geschlossenen Gates
     SENS:GATE:STOP:HOLD:TIME 1.0   // Geschlossener
                                    // Holdoff für 1 s
   SENS:TOT:GATE:SOUR ADV    // Gate-Einstellungen
                             // aktivieren
INIT?
```

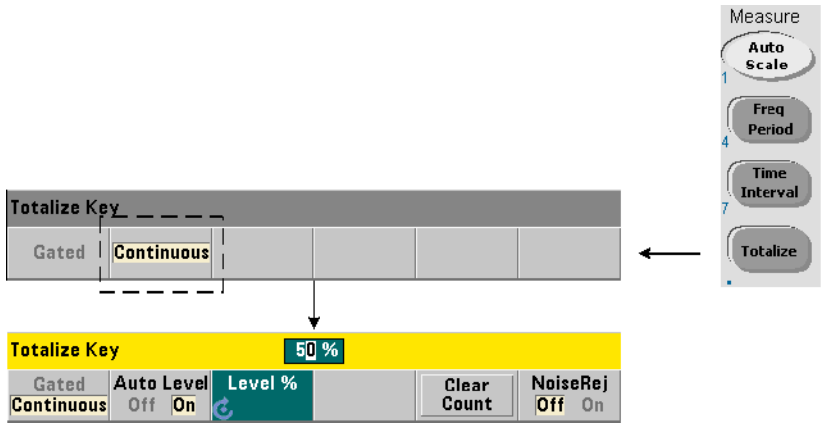
Hinweise

1. Im oben genannten Programm wird (mit `CONFigure`) das Eingangssignal auf Kanal 1, dessen Ereignisse (Flanken) summiert werden, auch auf Kanal 2 als Gate-Signal angewendet.

Die Summierung der positiven Flanken beginnt auf derselben Flanke, die das Gate öffnet. Der Gate-Stopp-Holdoff wird festgelegt, um das Gate zu erweitern. Bei summierten Messungen startet der Holdoff, wenn das Gate öffnet. Wenn die Holdoff-Zeit auf 1 Sekunde eingestellt wird, wird so eine Gate-Zeit von 1 Sekunde festgelegt. Wenn der Gate-Stopp nicht gesperrt wird, schließt das Gate nach 1 Ereignis.

2. Weitere Informationen zur Triggerung und zum Gating siehe Kapitel 5.

Fortlaufend



Kontinuierliche summierte Messungen zählen Ereignisse (Flanken), die am Eingangskanal auftreten.

Wie bei den torgesteuerten (zeitgesteuerten) Messungen beginnen die kontinuierlichen Messungen, wenn das Mess-Gate geöffnet wird (Abbildung 3-12). Dabei wird die festgelegte Gate-Zeit nicht summiert, sondern die kontinuierliche Summierung wird so lange fortgesetzt, bis die Messung abgebrochen, gelöscht und vom vorderen Bedienfeld aus neu gestartet wird.

Der Befehl für kontinuierliche summierte Messungen lautet:

`CONFigure:TOTalize:CONTinuous [<Kanal>]`

- **`Kanal`** ist Zählerkanal 1 oder 2; angegeben als `(@1)` oder `(@2)`. (Es gibt keinen vergleichbaren `MEASure?`-Befehl für kontinuierliche summierte Messungen.)

Mit dem Befehl

[SENSe:]TOTalize:DATA?

kann während der kontinuierlichen Summierung oder bei langen Gate-Zeiten der aktuelle Zählerstand gemessen werden.

Eingeben des Befehls:

ABORt

bricht die Messung ab.

Kontinuierliche summierte Messungen

```
// kontinuierliche Summierung einrichten, Zähler abfragen
// nach 10 Sekunden, Messung abbrechen nach 10 weiteren
// Sekunden
*RST   // Zähler zurücksetzen, um mit bekanntem Status zu
       // beginnen
CONF:TOT:CONT (@1)
   INP1:LEV 1.0    // Schwellenwert auf 1 V einstellen
   INP1:SLOP NEG   // Negative Flanken summieren
INIT               // Messung starten
  (t0nGruäpPrpn w)Asrp
SENS:TOT:DATA?     // Nach 10 Sekunden Zähler abfragen
  (t0nGruäpPrpn w)Asrp
SENS:TOT:DATA?     // Nach 20 Sekunden Zähler abfragen
ABOR               // Messung stoppen
FETC?              // Letzten Zählerstand abrufen
```

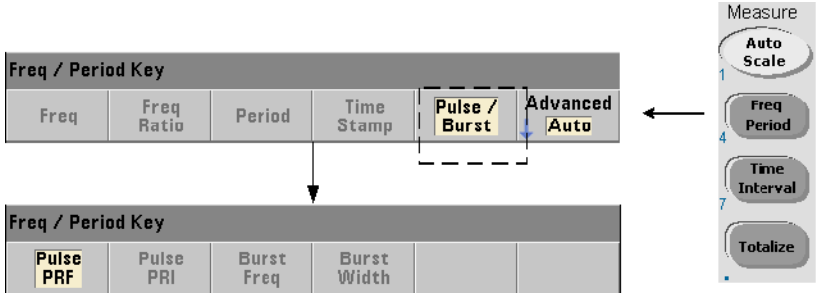
Hinweise

1. Wenn Sie auf dem vorderen Bedienfeld Clear Count drücken, werden die kontinuierlichen Messungen, die über die LAN-, USB- oder GPIB-Schnittstelle gestartet wurden, weder gelöscht noch abgebrochen. Drücken Sie die Taste Back/Local, um den Zählerstand zu löschen, wenn das Gerät die Messwerte vom Remote- zum lokalen Modus überträgt.

2. Die kontinuierliche Summierung muss abgebrochen (gestoppt) werden, bevor der Zählerstand aus dem Ausgabepuffer mit den Befehlen `FETCh?`, `DATA:LAST?`, `DATA:REMove?` oder `R?` abgerufen werden kann (Kapitel 7).

3. Mit dem von der Remoteschnittstelle gesendeten Befehl `ABORt` oder mit der Änderung der Zählerfunktion am vorderen Bedienfeld wird die kontinuierliche Summierung gestoppt.

Burst-Impulsmessungen



Mikrowellenimpuls-Messungen (Burst-Impulsmessungen) sind nur auf Kanal 3 mit der **Option 106** (6-GHz-Mikrowelleneingang) oder mit der **Option 115** (15-GHz-Mikrowelleneingang) mit der **Option 150** für Impulsmessungen verfügbar.

Die Impulsmessungen in diesem Abschnitt umfassen Folgendes: Burst-Trägerfrequenz, Impulswiederholungsintervall (PRI), Impulswiederholungsfrequenz (PRF), positive Breite (auf positivem Impulssignal) und negative Breite (auf negativem Impulssignal). In Abbildung 3-13 werden diese Messungen mit einem Burst-Signal dargestellt.

HINWEIS

Die in diesen Beispielen aufgelisteten SCPI-Befehle dienen zur Einführung in die Durchführung von Messungen mit Mikrowellenimpulsen. Befehle können auch einbezogen sein, obwohl sie Standardwerte angeben - aber welche sollten bei der Änderung der Beispiele für den tatsächlichen Gebrauch berücksichtigt werden? Weitere Informationen finden Sie in der 'Programmer's Reference' auf der Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD.

Weitere Informationen zu Mikrowellenmessungen siehe Applikationsbericht 200-1 zu den Grundlagen der Mikrowellenfrequenzzähler, der auch auf der CD enthalten ist.

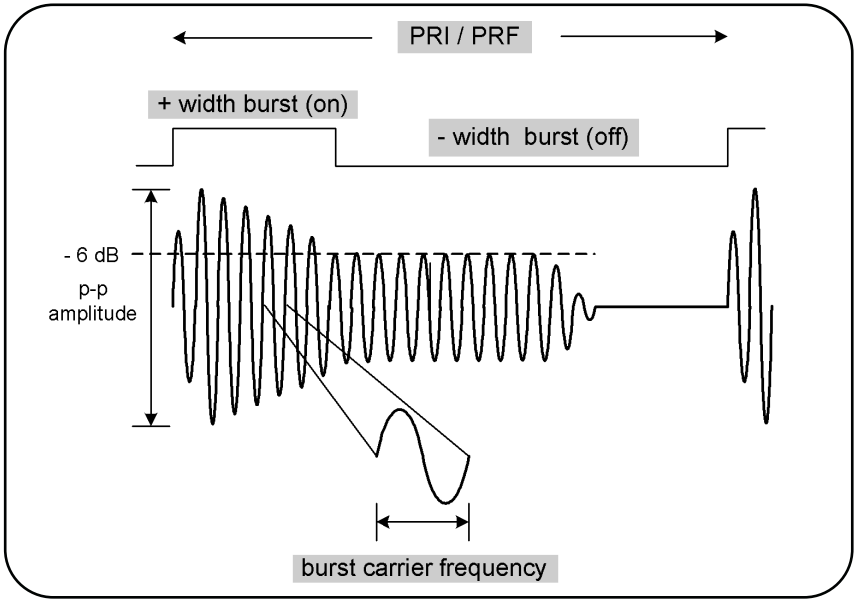
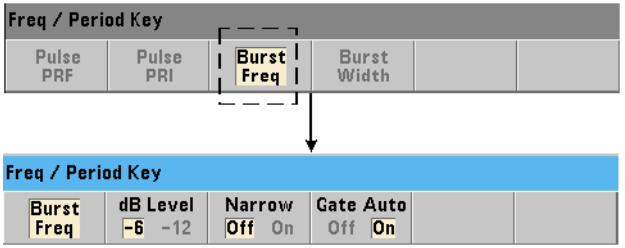


Abbildung 3-13. 53230A Mikrowellenimpulsmessungen

Trägerfrequenz



Die Befehle zum Messen der Trägerfrequenz eines Burst-Impulses lauten:

MEASure:FREQuency:BURSt? [<Kanal>]

CONFigure:FREQuency:BURSt [<Kanal>]

- **Kanal** ist der optionale Kanal 3; angegeben als `(@3)`.

Beispiele für Trägerfrequenzmessungen

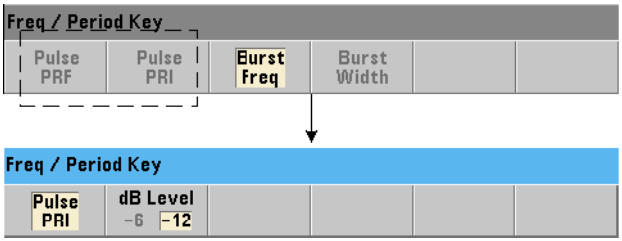
```
// Messen der Trägerfrequenz mit MEASure? und
// Standardeinstellungen
*RST               // zurücksetzen, um mit bekanntem Status
                   // zu beginnen
MEAS:FREQ:BURS? (@3)
-----------------------------------------------------

// Messen der Trägerfrequenz mit CONFigure, Festlegen
// der automatischen Gate-Konfiguration
*RST                 // zurücksetzen, um mit bekanntem
                     // Status zu beginnen
CONF:FREQ:BURS (@3)
   INP3:BURS:LEV -6  // Empfindlichkeitsschwellenwert auf
                     // -6 dB einstellen
   SENS:FREQ:BURS:GATE:NARR OFF // Modus für den schmalen
                                // Impuls deaktivieren
   SENS:FREQ:BURS:GATE:AUTO ON  // Automatische Gate-
                                // Einrichtung
READ?
```

Hinweise

1. Weitere Informationen zum Festlegen des Schwellenwerts für Impulsmessungen siehe „Empfindlichkeitsschwellenwert für Burst-Messungen“ in Kapitel 4.

2. Weitere Informationen zum Modus für den schmalen Impuls sowie zur automatischen und manuellen Gate-Steuerung für Trägerfrequenzmessungen siehe „Burst-Trägerfrequenzmessungen“ in Kapitel 5.

Impuls-PRI und -PRF



Die Befehle zum Messen des Impulswiederholungsintervalls (PRI) und der Impulswiederholungsfrequenz (PRF) eines Burst-Signals (Abbildung 3-13) lauten:

```
MEASure:FREQuency:PRI? [{<erwartet> | MINimum | MAXimum |
DEFault} [,{<Auflösung> | MINimum | MAXimum | DEFault}]]
[,<Kanal>]

CONFigure:FREQuency:PRI [{<erwartet> | MINimum | MAXimum |
DEFault} [,{<Auflösung> | MINimum | MAXimum | DEFault}]]
[,<Kanal>]
```

- erwartet steht für das erwartete Intervall. **Auflösung** ist die gewünschte Messauflösung in Sekunden. Die Parameterbereiche sind:

`erwartet`: 100 ns bis 1,0 s (Standard = 0,001 s)
`Auflösung`: 1.0E-15 * `erwartet` bis 1.0E-5 * `erwartet`
(Die Standardauflösung entspricht einer Gate-Zeit von 0,1 s.)

- **Kanal** ist der optionale Kanal 3; angegeben als `(@3)`.

MEASure:FREQuency:PRF? [{<erwartet> | MINimum | MAXimum | DEFault} [,{<Auflösung> | MINimum | MAXimum | DEFault}]] [,<Kanal>]

CONFigure:FREQuency:PRF [{<erwartet> | MINimum | MAXimum | DEFault} [,{<Auflösung> | MINimum | MAXimum | DEFault}]] [,<Kanal>]

- **erwartet** steht für die erwartete Wiederholungsfrequenz. **Auflösung** ist die gewünschte Messauflösung in Hertz. Die Parameterbereiche sind:

erwartet: 1 Hz bis 10 MHz (Standard = 1 kHz)
Auflösung: 1.0E-15 * erwartet bis 1.0E-5 * erwartet
(standardmäßige Auflösung entspricht einer Messzeit von 0,1s)

- **Kanal** ist der Zählerkanal 3; angegeben als (@3).

Beispiele für PRI und PRF

```
// Messen des erwarteten Impulswiederholungsintervalls von
// 1 ms mit 6-stelliger Auflösung (µs).
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
MEAS:FREQ:PRI? 1E-3, .001, (@3)
-------------------------------------------------------

// Messen des Impulswiederholungsintervalls mit CONFigure,
// Festlegen des Empfindlichkeitsschwellenwerts auf -6 dB
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
CONF:FREQ:PRI 1E-3, .001, (@3)
   INP3:BURS:LEV -6   // Empfindlichkeitsschwellenwert auf
                      // -6 dB einstellen
READ?

// Messen der erwarteten Impulswiederholungsfrequenz von
// 1 kHz mit 6-stelliger Auflösung (mHz)
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
MEAS:FREQ:PRF? 1E3, .001, (@3)
-------------------------------------------------------
```

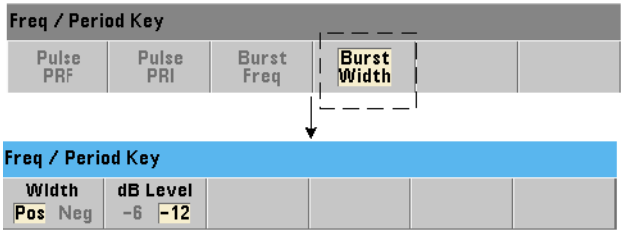
```
// Messen der Impulswiederholungsfrequenz mit CONFigure,
// Festlegen des Empfindlichkeitsschwellenwerts auf -6 dB
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
CONF:FREQ:PRI 1E3, .001, (@3)
   INP3:BURS:LEV -6   // Empfindlichkeitsschwellenwert auf
                      // -6 dB einstellen
READ?
```

Hinweise

1. Weitere Informationen zu den Auflösungsziffern anhand des erwarteten Werts und zu den Einstellungen der Auflösungsparametern siehe „Mess-Gate“ in Kapitel 5.

2. Weitere Informationen zum Festlegen des Schwellenwerts für Impulsmessungen siehe „Empfindlichkeitsschwellenwert für Burst-Messungen“ in Kapitel 4.

Positive und negative Breiten



Die Befehle zum Messen der positiven Breite (auf positivem Impulssignal) und negativen Breite (auf negativem Impulssignal) eines Burst-Impulses (Abbildung 3-13) lauten:

```
MEASure:PWIDth:BURSt? [<Kanal>]
CONFigure:PWIDth:BURSt [<Kanal>]

MEASure:NWIDth:BURSt? [<Kanal>]
CONFigure:NWIDth:BURSt [<Kanal>]
```

- **Kanal** ist der optionale Kanal 3; angegeben als `(@3)`.

Beispiele für positive und negative Breiten

```
// Messen der positiven Breite (auf positivem Impulssignal)
// des Burst-Signals
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
MEAS:PWID:BURS? (@3)


// Messen der positiven Breite (auf positivem Impulssignal)
// mit CONFigure, Festlegen eines 12-dB-Empfindlichkeits-
// schwellenwerts
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
CONF:PWID:BURS (@3)
   INP3:BURS:LEV -12  // Empfindlichkeitsschwellenwert auf
                      // -12 dB einstellen
READ?

-------------------------------------------------------

// Messen der negativen Breite (auf negativem Impulssignal)
// des Burst-Signals
*RST             // zurücksetzen, um mit bekanntem
                 // Status zu beginnen MEAS:NWID:BURS? (@3)


// Messen der negativen Breite (auf negativem Impulssignal)
// mit CONFigure, Festlegen eines 12-dB-Empfindlichkeits-
// schwellenwerts
*RST                  // zurücksetzen, um mit bekanntem
                      // Status zu beginnen
CONF:NWID:BURS (@3)
   INP3:BURS:LEV -12  // Empfindlichkeitsschwellenwert auf
                      // -12 dB einstellen
READ?
```

Hinweise

1. Weitere Informationen zu den Einstellungen der Schwellenwerte und deren Bedeutung für das Messen der positiven und negativen Breiten siehe „Empfindlichkeitsschwellenwert für Burst-Messungen“ in Kapitel 4.

4
53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung

Kanaleigenschaften 128
Signalkonditionierungspfad 128
- Eingangsimpedanz 130
- Eingangsbereich 132
- Eingangskopplung 134
- Filter für Bandbreitenlimit (Tiefpassfilter) 135
- Schwellenwert und Empfindlichkeit 137
- Empfindlichkeitsbereich für Burst-Messungen 144
- Rauschunterdrückung (Hysterese) 146
- Schwellenwertsteigung 147

Messen von Eingangssignalpegeln und Signalstärke 148

Dieses Kapitel enthält Informationen zum Konfigurieren der Eingangskanäle unter Berücksichtigung der Eigenschaften des erwarteten Eingangssignals. Die Konfiguration umfasst die Impedanz des Kanals, Bereichs-/Tastkopffaktor, Kopplung, Filterung und Schwellenwert-/Empfindlichkeitseinstellungen.

Kanaleigenschaften

Optional ist für den Zähler 53220A/53230A ein dritter Eingangskanal verfügbar. Mit **Produktoption 201** wird ein paralleler (zusätzlicher) Zugriff auf Kanal 1 und 2 an der Rückwand hinzugefügt. Die **Produktoptionen 106** und **115** fügen einen dritten 6-GHz- oder 15-GHz-Kanal hinzu. **Option 202** platziert die Option 106/115 des dritten Kanals am vorderen Bedienfeld und **Option 203** platziert den dritten Kanal an der Rückwand.

HINWEIS Wenn parallele Kanal 1 und Kanal 2-Eingänge an der Rückwand vorhanden sind (**Option 201**), gelten alle Eingangsspezifikationen **nur** für die **hinteren** Anschlüsse und sind relativ zur 50Ω-Eingangsimpedanz. Die Leistung der Eingänge am vorderen Bedienfeld wird in diesem Fall nicht angegeben. Auch beim Kalibrieren des Geräts werden die Eingänge an der Rückwand verwendet.

Beim Programmieren der Zähler über eine E/A-Schnittstelle erfolgt die Konfiguration über Befehle des SCPI-**`INPut`**-Subsystems. Bei den SCPI-Befehlen bezieht sich **`INPut[{1|2}]`** in der Syntax auf die Eingangskanäle 1 und 2. Diese Befehle gelten **nicht** für die dritte Kanaloption 106 oder 115.

Die Zählerkanäle mit Ausnahme des Frequenzverhältnisses und der ausgewählten Zeitintervallmessungen sind voneinander getrennt und können unabhängig voneinander konfiguriert werden. Messungen an den Kanälen treten jedoch nicht simultan auf. Beim Umschalten zwischen Kanälen wird die Kanalkonfiguration beibehalten, die aktuelle Messung jedoch beendet. Der neu ausgewählte Kanal wird reinitialisiert und Messungen beginnen, sobald die programmierten Triggerbedingungen erfüllt sind.

Signalkonditionierungspfad

Abbildung 4-1 stellt den Signalkonditionierungspfad des Zählers dar.

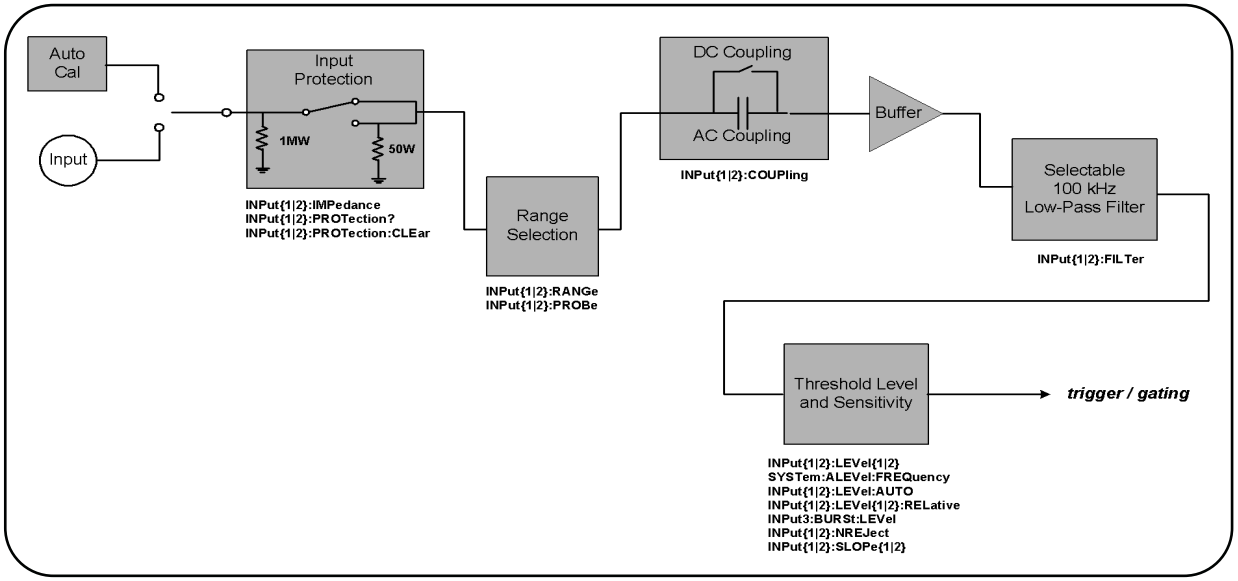


Abbildung 4-1. 53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung

Tabelle 4-1 bietet eine Übersicht der Einschalt-/Rücksetzungswerte für die Signalkonditionierungsparameter

.

Tabelle 4-1. Übersicht der Rücksetzungseinstellungen/Voreinstellungen für den Eingangskanal

Parameter	Einstellung
Impedanz	**1 MΩ**
Bereich (1:1-Tastkopf)	**5V**
Bereich (10:1-Tastkopf)	**50V**
Tastkopffaktor	**1:1**
Kopplung	**AC**
Tiefpassfilter	**Aus**
Auto-Level	**Aktiviert**
Pegel (absolut)	**0.0V**
Pegel (relativ)	**50%**
Impuls-Hüllkurve (Kanal 3)	**-6 dB**
Rauschunterdrückung	**Deaktiviert**
Flanke	**Positiv**

Eingangsimpedanz

Die Eingangsimpedanz des Zählers 53220A/53230A kann mithilfe des folgenden Befehls auf 50Ω oder 1 MΩ eingestellt werden:

```
INPut[{1|2}]:IMPedance {<Impedanz>|MINimum|MAXimum|
DEFault}

INPut[{1|2}]:IMPedance? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
                                        (Abfrageformular)
```

Die 50Ω- und 1 MΩ-Impedanzen ermöglichen Impedanzübereinstimmung (Abschluss) beziehungsweise Überbrückung von Anwendungen.

Verwenden von Tastköpfen Bei der Verwendung eines 1:1- oder 10:1-Tastkopfes sollte die Eingangimpedanz des Zählers so eingestellt sein, dass sie mit der Kompatibilität (z.B. 50Ω, 1 MΩ, High Z (hochohmiger Abschluss)) des Tastkopfes übereinstimmt. Weitere Informationen siehe „Einstellen des Tastkopffaktors“.

Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) wird die Impedanz auf 1 MΩ gesetzt. `CONFigure` und `MEASure` ändern die Eingangsimpedanzeinstellung nicht.

Impedanzbeispiel

```
// Periodenmessung des erwarteten 10-MHz-Signals,
// maximale Auflösung, Kanal 1 verwenden
CONF:FREQ 0.1E6,MAX,(@1)
   INP:IMP 1.0E6    // Impedanz auf 1 MOhm setzen
```

Eingangsschutz

Die mit einer Eingangsimpedanz von **50Ω** maximal zulässige Eingangsspannung (ggf. inklusive DC-Offset) beträgt ± 5,125 Vp. Übersteigt die Eingangsspannung ~ ± 10,0 Vp, wird das Eingangsschutz-Relais **geöffnet** – bei Änderung der Eingangsimpedanz auf 1 MΩ. (Der Anzeige- und Impedance-Softkey zeigen jedoch immer noch eine 50Ω-Einstellung an.)

Bei geöffnetem Relais blinkt die entsprechende Kanaltaste auf, bis die **Eingangsspannung entfernt oder unter die Schadensschwelle reduziert wird** und die **Taste gedrückt wird**. Hiermit wird die Impedanz wieder auf 50Ω eingestellt.

Um per Programm zu bestimmen, ob das Schutzrelais **geöffnet** wurde, fragt der Befehl

`INPut[{1|2}]:PROTection?`

den Relaisstatus ab (0 = Relais geschlossen, 1 = Relais **offen**). Bei **entfernter oder unter die Schadensschwelle reduzierter Eingangsspannung** wird das Schutzrelais mit folgendem Befehl zurückgesetzt (geschlossen):

`INPut[{1|2}]:PROTection:CLEar`

wobei die Eingangsimpedanz wieder auf 50Ω eingestellt wird.

Überspannungs-Bit Die Öffnung des Eingangsschutz-Relais entspricht dem „Voltage Overload“-Bit (Bit 0), dass in den „Questionable Condition“- und „Questionable Event“-Registern des Zählers eingestellt wird. Das Bit im Condition-Register wird durch den Befehl `INPut:PROTection:CLEar` oder Änderung der Eingangsimpedanz auf 1 MΩ gelöscht. Das Bit im Event-Register wird durch Lesen des Registers gelöscht. Weitere Informationen siehe Kapitel 8 unter „Statusbedingungen“.

Eingangsbereich

Die Signalbetriebsbereiche (Eingangsbereiche) des Zählers 53220A/53230A sind ± 5,0 V, ± 50 V sowie ± 500 V und abhängig vom Tastkopffaktor. Der Bereich wird mit folgendem Befehl festgelegt:

```
INPut[{1|2}]:RANGe {<range>|MINimum|MAXimum|DEFault}
INPut[{1|2}]:RANGe? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
                                          (Abfrageformular)
```

Bei Auswahl eines Tastkopffaktors von 1:1 (siehe „Einstellen des Tastkopffaktors“) sind die verfügbaren Bereiche 5,0 V und 50,0 V. Bei Auswahl eines Tastkopffaktors von 10:1 sind die verfügbaren Bereiche 50,0 V und 500,0 V.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Eingangsbereicheinstellung nicht. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) wird der Bereich auf 5,0 V gesetzt.

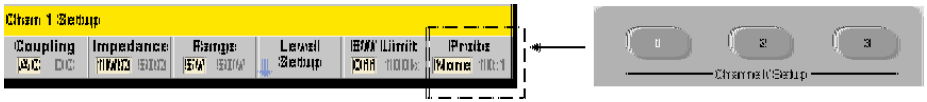
Verwenden von „Auto Scale“

Bei Eingangssignalen über 100 Hz erkennt Auto Scale das Signal am Eingangskanal und legt den Bereich je nach Amplitude auf 5 V bzw. 50 V fest. Auto Scale ist **nicht** dasselbe wie eine Gerätevoreinstellung, die einen Standardbereich von 5 V festlegt.

Bereichsbeispiel

```
// Periodenmessung des erwarteten 10-MHz-Signals,
// maximale Auflösung, Kanal 1 verwenden
CONF:PER 0.1E-6,MAX,(@1)
   INP:IMP 1E6     // Impedanz auf 1 MOhm setzen
   INP:RANG 50     // 50-V-Bereich einstellen
```

Einstellen des Tastkopffaktors



Zum besseren Zugriff auf Testpunkte am Messobjekt (DUT) empfiehlt Keysight die passiven Tastköpfe **N2870A**, **N2873A** und **N2874A** für den Einsatz mit dem Zähler 53220A/53230A. Der 35-MHz-1:1-Tastkopf (BW) N2870A sowie der 500-MHz-Tastkopf N2873A und der 1,5-GHz-10:1-Tastkopf N2874A werden häufig mit Keysight Oszilloskopen eingesetzt.

Bei Verwendung von Tastköpfen mit dem Zähler werden mit Angabe eines Tastkopffaktors **Schwellenwerte** und **P-P-Werte** relativ zu tatsächlichen Werten auf dem Messobjekt statt zu dem Wert am Kanaleingang referenziert und angezeigt. Der Tastkopffaktor wird mit folgendem Befehl eingestellt:

```
INPut[{1|2}]:PROBe {<Faktor>|MINimum|MAXimum|DEFault}
INPut[{1|2}]:PROBe? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
                                          (Abfrageformular)
```

Tastkopf**faktor**einstellungen sind **1** für einen 1:1-Tastkopf (N2870A) und **10** für einen 10:1-Tastkopf (N2873A oder N2874A). Mit 1 werden die Zählerbereiche 5V und 50V eingestellt. Mit 10 werden die Zählerbereiche 50 V und 500 V eingestellt.

Tastkopf-Eingangskompatibilität Die Eingangskompatibilität der Tastköpfe N2870A und N2873A beträgt jeweils 1 MΩ. Die Kompatibilität des N2874A beträgt 50Ω. Jeder ist mit der Eingangskapazität des Zählers von 20 pF kompatibel. Bei Verwendung eines Tastkopfs sollte die Eingangsimpedanz des Zählers entsprechend eingestellt werden (1MΩ, 50Ω).

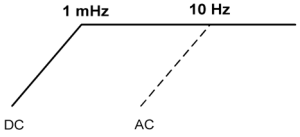
`CONFigure` und `MEASure` ändern die Einstellung des Tastkopffaktors nicht. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet` oder Preset-Taste) wird der Tastkopffaktor auf 1 gesetzt.

Eingangskopplung

Der Eingang des Zählers 53220A/53230A ist entweder DC- (direkt) oder AC- (kapazitiv) gekoppelt und wird mit folgendem Befehl eingestellt:

```
INPut[{1|2}]:COUPling {AC|DC}
INPut[{1|2}]:COUPling?                    (Abfrageformular)
```

AC-Kopplung entfernt den DC-Inhalt des Signals und zentriert das Signal bei 0 V. Der messbare Frequenzbereich (Kanäle 1 und 2) mit AC-Kopplung ist:



- AC = 10 Hz - 350 MHz
- DC = 1 MHz - 350 MHz

DC-Kopplung erweitert den Frequenzbereich über die gesamte Bandbreite des Geräts hinweg (1 MHz - 350 MHz). `CONFigure` und `MEASure` ändern die Kopplungseinstellung nicht. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) wird die Kopplung auf AC gesetzt.

Bei der Auswahl der AC- oder DC-Kopplung muss auch die Amplitude des Eingangssignals berücksichtigt werden. DC-Kopplung kann für die meisten Messungen verwendet werden, besonders für solche, für die ein spezifischer Triggerpegel erforderlich ist. Anstatt die Signalamplitude durch Ändern des Zählerbereichs zu reduzieren, kann die AC-Kopplung verwendet werden, um das Signal mit dem vom Triggerpegel festgelegten Hysteresenfenster in Kontakt zu bringen. Dies ist in Abbildung 4-2 dargestellt (siehe auch ‘Schwellenwert und Empfindlichkeit’).

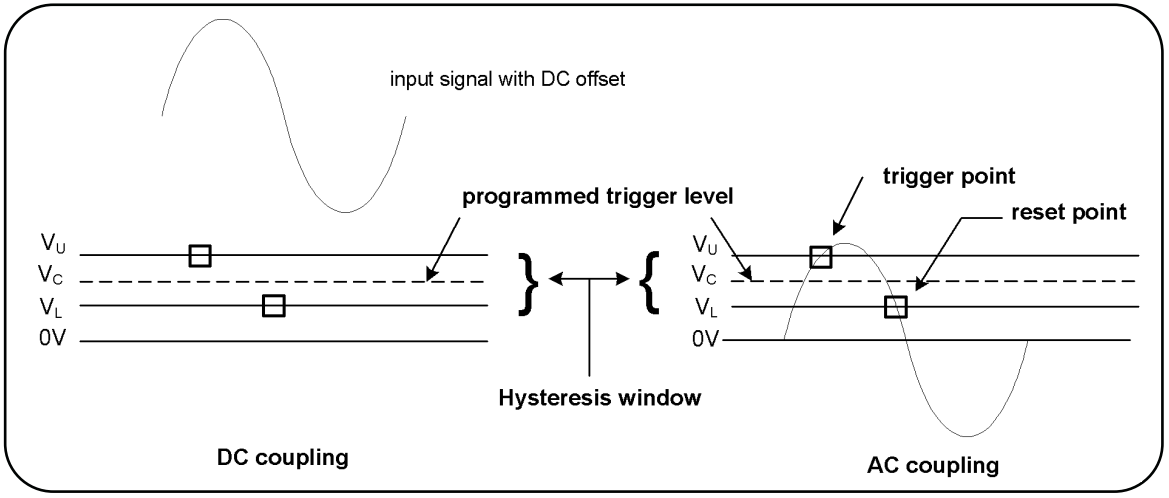


Abbildung 4-2. Verwenden der AC-Kopplung, um Triggerpunkte zu erreichen

Einschwingzeit zwischen DC- und AC-Kopplung

Beim Wechsel von der DC- zur AC-Kopplung gibt es eine inhärente Einschwingzeit. Als Maß für diese Zeit gilt, dass ein Signal mit einer 5-V-DC-Komponente (DC-gekoppelt) sich in der Regel in etwa einer Sekunde um 0 V (AC-gekoppelt) zentriert.

Kopplungsbeispiel

```
// Periodenmessung des erwarteten 10-MHz-Signals,
// maximale Auflösung, Kanal 1 verwenden
CONF:PER 0.1E-6,MAX,(@1)
   INP:COUP AC    // AC-Kopplung einstellen
```

Filter für Bandbreitenlimit (Tiefpassfilter)

Für Messanwendungen bis zu 100 kHz kann ein 100-kHz-Tiefpassfilter im Signalpfad

aktiviert werden, um das von Komponenten des Eingangssignals mit höherer Frequenz verursachte Rauschen zu eliminieren.

Der Bandbreitenfilter wird mit folgendem Befehl in den Signalpfad geschaltet:

```
INPut[{1|2}]:FILTer[:LPASs][:STATe] {OFF|ON}
INPut[{1|2}]:FILTer[:LPASs][:STATe]?      (Abfrageformular)
```

ON - aktiviert den Filter. **OFF** - deaktiviert den Filter.

Abbildung 4-3 zeigt die Auswirkungen auf den **messbaren Frequenzbereich** des Geräts, wenn der Filter aktiviert ist.

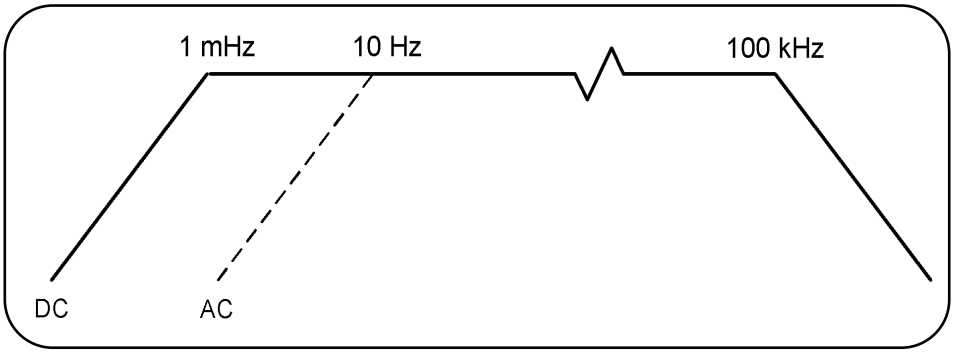


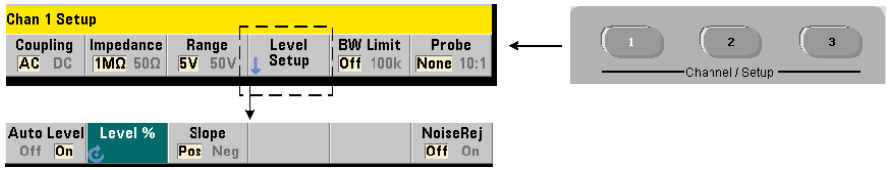
Abbildung 4-3. Messbarer Frequenzbereich mit aktiviertem Bandbreitenfilter

In der Abbildung:

- DC-Kopplung = 1 MHz - 100 kHz
- AC-Kopplung = 10 Hz - 100 kHz

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Filtereinstellung nicht. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) wird der Tiefpassfilter deaktiviert (OFF).

Schwellenwert und Empfindlichkeit



Der Schwellenwert ist der Triggerwert (Eingang), bei dem der Zähler mit dem Zählen von Signalen (d. h. der Messung) beginnt. Dieser Wert ist der Mittelwert des Hysteresebereichs – des Bereichs, der die Zählerempfindlichkeit darstellt. Damit eine Zählung durchgeführt wird, muss das Signal die oberen und unteren Grenzwerte in entgegengesetzten Richtungen (Polaritäten) überschreiten. Abbildung 4-4 zeigt diese Eigenschaften und Bedingungen des Eingangssignals. Der Dynamikbereich des Eingangssignals wird am vorderen Bedienfeld angezeigt.

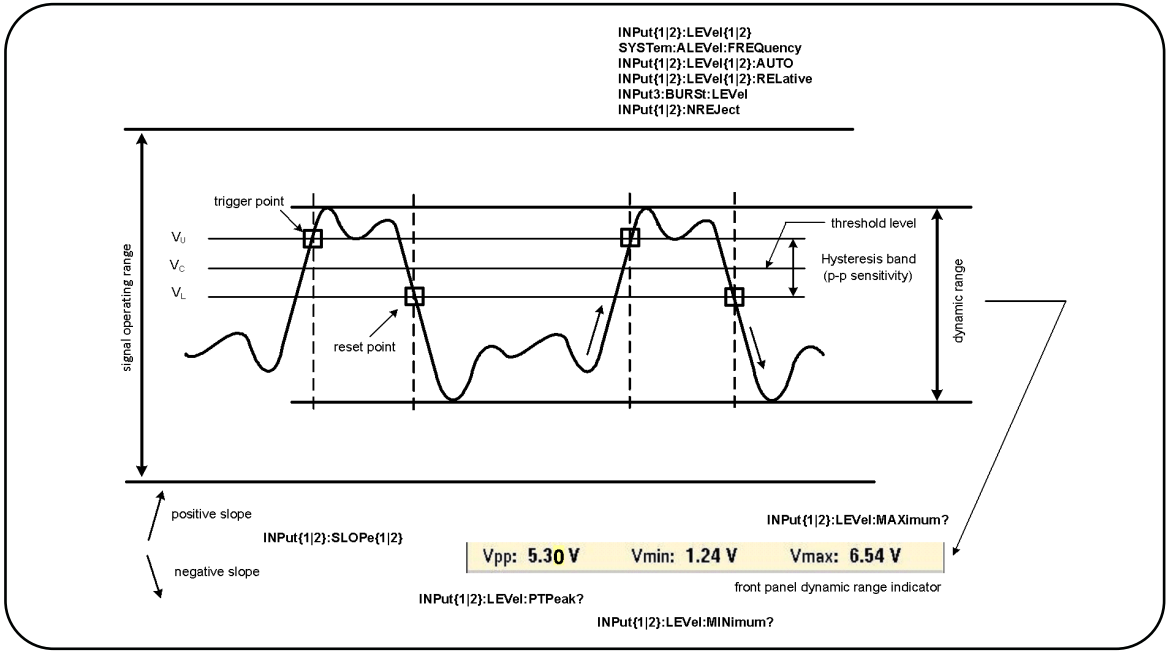


Abbildung 4-4. Schwellenwert und Empfindlichkeit des Eingangssignals

Angeben eines absoluten Schwellenwerts

Der Eingangsschwellenwert kann als **absoluter** Wert angegeben werden. Ein absoluter Wert wird mit folgendem Befehl festgelegt:

INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute] {<Volt>|MINimum|MAXimum|DEFault}

INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute]? [{MINimum|MAXimum|DEFault}] (Abfrageformular)

Absolute Schwellenwerte für die Eingangsbereiche sind:

- 5-V-Bereich: ± 5,125 V (2,5 mV Auflösung)
- 50-V-Bereich: ± 51,25V (25 mV Auflösung)
- 500-V-Bereich (mit 10:1-Tastkopf): ± 512.5V (250 mV Auflösung)

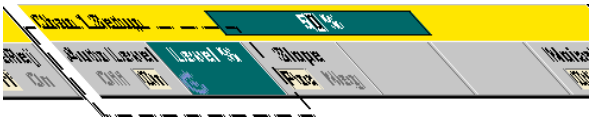
`LEVel`/`LEVel1` legt den absoluten Schwellenwert für alle Messungen außer der Anstiegs-/Abfallzeit und des Einkanal-Zeitintervalls fest. Bei Messungen der Anstiegs-/Abfallzeit legt `LEVel`/`LEVel1` die **untere** Referenz und `LEVel2` die **obere** Referenz fest. Bei einem Einkanal-Zeitintervall legt `LEVel`/`LEVel1` den absoluten Schwellenwert für das **Startereignis** und `LEVel2` den Schwellenwert für das **Stoppereignis** fest.

Einstellen eines absoluten Werts **deaktiviert** die Auto-Level-Funktion des Zählers. `CONFigure` und `MEASure` aktivieren das Auto-Leveling und setzen den Schwellenwert auf 50%. Ein Zurücksetzen (`*RST`) oder eine Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) aktiviert auch das Auto-Leveling und setzt den Schwellenwert auf 50%.

HINWEIS

Bei aktiviertem Auto-Leveling wird bei Abfrage des absoluten Werts am aktuellen Messkanal die entsprechende Schwellenwertspannung zurückgegeben. Wenn der Kanal nicht der Messkanal ist, wird 9,91E+37 (keine Zahl) zurückgegeben. Level2 kann nur für die Anstiegs-/Abfallzeit- und Einkanal-Zeitintervallmessungen abgerufen werden. Die Abfrage von Level2 bei anderen Messfunktionen gibt 9.91E+37 (keine Zahl) zurück.

Verwenden von Auto-Level



Automatische Einstellung des Eingangsschwellenwerts basiert auf den positiven und negativen Spitzen des Eingangssignals. Auto-Level wird mit folgendem Befehl aktiviert:

```
INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}]:AUTO {OFF|ON|ONCE}
INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}]:AUTO?          (Abfrageformular)
```

OFF deaktiviert Auto-Leveling; **ON** aktiviert Auto-Leveling. Die Auto-Level-Einstellung **ONCE** legt sofort einen Auto-Level fest und deaktiviert dann das Auto-Leveling.

Bei aktiviertem Auto-Level wird der Schwellenwert als Prozentsatz (%) der Spitze-zu-Spitze-Eingangsspannung angegeben (siehe „Einstellen relativer Schwellenwerte“).

`CONFigure` und `MEASure` aktivieren das Auto-Leveling und setzen den Schwellenwert auf 50%. Ein Zurücksetzen (`*RST`) oder eine Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) aktiviert auch das Auto-Leveling bei einem Schwellenwert von 50%.

Einstellen relativer Schwellenwerte

Relative Schwellenwerte sind Prozentsätze der Spitze-zu-Spitze-Eingangssignalamplitude. Relative Schwellenwerte werden mit folgendem Befehl eingestellt:

INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}]:RELative
{<Prozent>|MINimum|MAXimum|DEFault}

INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}]:RELative? [{MINimum|MAXimum|
DEFault}] (Abfrageformular)

Schwellenwerte können im Bereich von 10% bis 90% mit einer Auflösung von 5% liegen. **Um einen relativen Schwellenwert angeben zu können, muss Auto-Level aktiviert sein**.

`LEVel`/`LEVel1` legt den relativen Schwellenwert für alle Messungen außer der Anstiegs-/Abfallzeit und des Einkanal-Zeitintervalls fest. Bei Messungen der Anstiegs-/Abfallzeit legt `LEVel`/`LEVel1` die **untere** Referenz und `LEVel2` die **obere** Referenz fest. Bei einem Einkanal-Zeitintervall legt `LEVel`/`LEVel1` den relativen Schwellenwert für das **Startereignis** und `LEVel2` den Schwellenwert für das **Stoppereignis** fest.

`CONFigure` und `MEASure` setzen den Schwellenwert auf 50% und **aktivieren das Auto-Leveling**. Ein Zurücksetzen (`*RST`) oder eine Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) setzt den Schwellenwert auch auf 50% und aktiviert das Auto-Leveling.

Beispiel für relativen Schwellenwert

```
// Einstellen eines relativen Triggerschwellenwerts
CONF:FREQ 1E6, 0.1, (@1) // 1-MHz-Signal messen
   INP:IMP 50            // Impedanz auf 50 Ohm setzen
   INP:RANG 5            // 5-V-Bereich einstellen
   INP:COUP AC           // AC-Kopplung einstellen
   INP:LEV:REL 30        // Schwellenwert bei 30%
```

Messen von Niedrigfrequenzsignalen

Bei allen Zählerfunktionen sollte Auto-Level **nicht** für Frequenzen < 50 Hz verwendet werden. Schwellenwerte sollten mithilfe absoluter Werte eingestellt werden (siehe „Angeben eines absoluten Schwellenwerts“).

Der Befehl `MEASure` sollte nicht mit Frequenzen unter 50 Hz verwendet werden, da der Befehl den Zähler konfiguriert (inklusive Aktivierung von Auto-Level) und eine sofortige Messung durchführt.

Verwenden Sie für Frequenzen in diesem Bereich den Befehl CONFigure und deaktivieren Sie Auto-Level durch Angeben eines absoluten Schwellenwerts. Zum Beispiel:

```
// 10-Hz-Signal messen
CONF:FREQ 10, (@1)     // 10-Hz-Signal messen
   INP:IMP 50          // Impedanz auf 50 Ohm setzen
   INP:RANG 5          // 5-V-Bereich einstellen
   INP:COUP AC         // AC-Kopplung einstellen
   INP:LEV 1           // 1-V-Schwellenwert, deaktiviert
                       // Auto-Level
INIT                   // Messwert erfassen
```

Eingangskopplung und Schwellenwerte

Abbildung 4-5 zeigt in einer Skala, wie relative Schwellenwerte auf das Eingangssignal angewandt werden. Wenn das Signal einen DC-Offset enthält, ist der absolute Wert eines relativen Schwellenwerts eine Funktion der Eingangskopplung (AC oder DC).

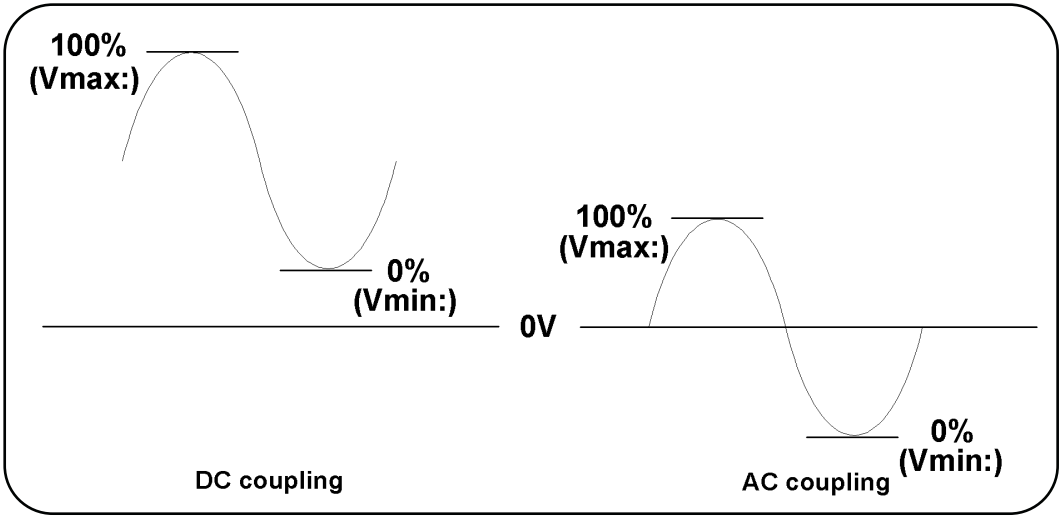


Abbildung 4-5. Eingangskopplung und relative Schwellenwerte

Ein 3-Vpp-Eingangssignal mit einem 2-VDC-Offset und DC-Kopplung hätte z. B. einen Vmax:-Wert von 3,5 V und einen Vmin-Wert von 0,5 V. (Vmax, Vmin und Vpp werden am vorderen Bedienfeld angezeigt.) Mit AC-Kopplung betrügen Vmax und Vmin jeweils ± 1,5 V.

Wird für das oben beschriebene DC-gekoppelte Signal ein relativer Schwellenwert von 30% angegeben, beträgt der entsprechende (absolute) Wert 1,4 V. Für ein AC-gekoppeltes Signal hat derselbe relative Schwellenwert einen absoluten Wert von -0,6 V.

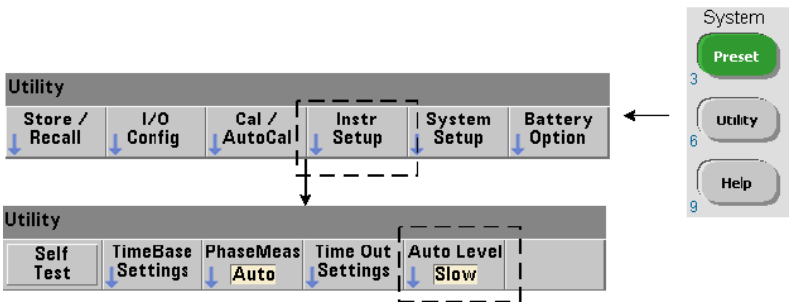
Der **absolute** Wert eines relativen Schwellenwerts kann wie folgt abgerufen werden:

```
INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute]?
```

oder berechnet werden als:

```
Vmin + (% Schwellenwert x Vpp)
Wert mit DC-Kopplung: 0,5 + (0,30 x 3) = 1,4 V
Wert mit AC-Kopplung: -1.5 + (0,30 x 3) = -0.6V
```

System-Auto-Level-Bereich



Auto-Leveling ist für zwei Eingangsfrequenzbereiche verfügbar: 50 Hz bis < 10 kHz und Frequenzen ≥ 10 kHz. Die Auto-Level-Periode ist kürzer für Frequenzen ≥ 10 kHz, wenn ein (Auto-Level-)Frequenzbereich am vorderen Bedienfeld eingestellt oder mit folgendem Befehl angegeben wird:

SYSTem:ALEVel:FREQuency {<Frequenz>|MINimum|MAXimum|DEFault}

SYSTem:ALEVel:FREQuency? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
(Abfrageformular)

Die **Frequenz**parameterwerte sind:

Benutzer-schnittstelle	Frequenzen ≥10 kHz	Frequenzen 50 Hz bis < 10 kHz
Vorderes Bedienfeld	Schnell	Langsam
SCPI	10,0E3 Maximum	50.0 Minimum

Eine `Frequenz`einstellung von 10 kHz reduziert die Auto-Level-Periode für alle Frequenzen ≥ 10 kHz. Eine `Frequenz`einstellung von 50 Hz ermöglicht Auto-Leveling für Frequenzen bis hinunter zu 50 Hz. Die ausgewählte `Frequenz` sollte auf der **niedrigsten** erwarteten Frequenz in der Messung basieren.

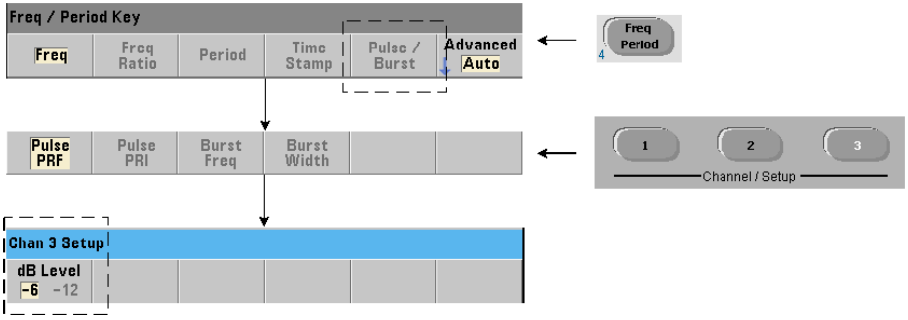
Die Auto-Level-Frequenz ist eine für alle Zählerkanäle gültige **System**einstellung und sollte beim Erstellen von Zwei-Kanal-Messungen vermerkt werden.

Die Standardeinstellung ist 50 Hz. Der Wert wird im permanenten Speicher gespeichert und ändert sich beim Aus-/Einschalten bzw. nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) nicht. `CONFigure` und `MEASure` aktivieren Auto-Level und legen einen relativen Schwellenwert von 50% fest, ändern die Auto-Level-Frequenz jedoch nicht.

Beispiel für System-Auto-Level-Bereich

```
CONF:FREQ 100E6, (@1)      // 100-MHz-Signal messen
   SYST:ALEV:FREQ 10.0E3   // Auto-Level-Frequenz einstellen
   INP:IMP 50              // Impedanz auf 50 Ohm setzen
   INP:RANG 5              // 5-V-Bereich einstellen
   INP:COUP AC             // AC-Kopplung einstellen
   INP:LEV:REL 65          // 65% relativen Schwellenwert
                           // einstellen
```

Empfindlichkeitsbereich für Burst-Messungen



Alle **53230A** Burst-Messungen sind relativ zur Pulsbreite. Der „innere“ Teil der Pulsbreite wird durch einen Empfindlichkeitsbereich von -6 dB und -12 dB eingerichtet. Abbildung 4-6 ist ein Beispiel für Schwellenwerte, die relativ zur Spitzenamplitude des Burst-Signals sind.

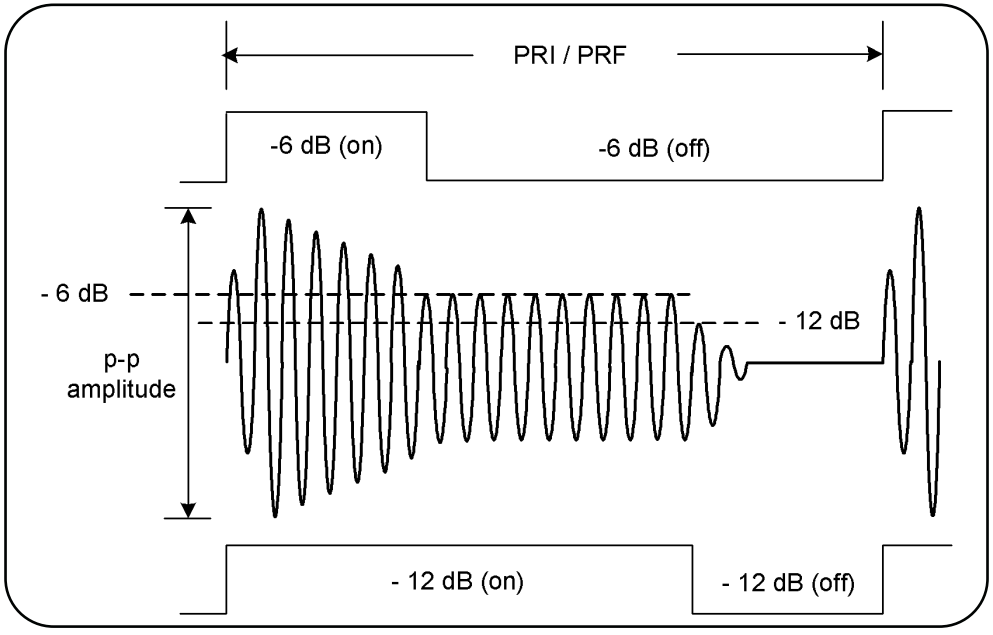


Abbildung 4-6. Empfindlichkeitsbereiche von -6 dB und -12 dB

Der Empfindlichkeitsbereich und somit der „innere“ Teil der Pulsbreite muss bei Burst-Messungen berücksichtigt werden, z. B. die positive Breite (innerhalb) und die negative Breite (außerhalb). Dieser Schwellenwert wird mit folgendem Befehl eingestellt:

```
INPut3:BURSt:LEVel {<dB>|MINimum|MAXimum|DEFault}
INPut3:BURSt:LEVel? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
                                          (Abfrageformular)
```

Die **dB**-Werte lauten -6 and -12 und sind nominale (d. h. nicht festgelegte) Werte.

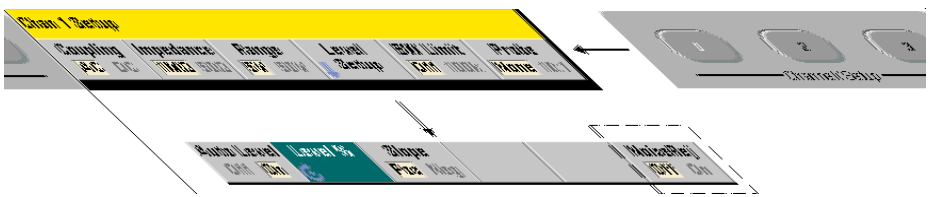
`CONFigure` und `MEASure` ändern die Einstellung des Empfindlichkeitsbereichs nicht. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) wird der Schwellenwert eingestellt auf
-6 dB.

Dieser Befehl und die Burst-Messungsfunktion sind nur für den Zähler **53230A** mit der **Option 106 oder 115 für Kanal 3**(6-GHz- oder 15-GHz-Mikrowelleneingang) und der **Option 150** für Mikrowellenimpulsmessungen verfügbar.

Beispiel für den Empfindlichkeitsbereichs

```
// Messung der positiven Breite (innerhalb) auf Kanal 3
// konfigurieren
CONFigure:PWIDth:BURSt (@3)
   INP3:BURS:LEV -12  // Empfindlichkeitsbereich von -12 dB
                      // festlegen
```

Rauschunterdrückung (Hysterese)



Schwellenwertempfindlichkeit (Abbildung 4-4) für das Eingangssignal ist eine Funktion

der Intensität von Rauschunterdrückung oder Hysterese. Rauschunterdrückung (das Hystereseband) am Zählereingang wird mit folgendem Befehl herauf- oder herabgesetzt:

INPut[{1|2}]:NREJection {OFF|ON}
INPut[{1|2}]:NREJection? (Abfrageformular)

ON aktiviert die Rauschunterdrückung, wobei die Hysterese **herauf-** und die Empfindlichkeit um 50% **herabgesetzt** wird. Diese Einstellung sollte verwendet werden, wenn in der Signalumgebung ein Rauschen vorhanden ist. Ist der Schwellenwert jedoch nahe an einer Spitzenamplitude (positiv oder negativ), findet keine Zählung statt, wenn das Signal aufgrund des heraufgesetzten Hystereseebandes nicht beide Hysteresewerte kreuzt. **OFF** deaktiviert die Rauschunterdrückung durch **Herabsetzen** der Hysteresewerte und **Heraufsetzen** der Empfindlichkeit.

CONFigure und MEASure ändern die Rauschunterdrückungseinstellung nicht. Nach einem Zurücksetzen (*RST) oder einer Gerätevoreinstellung (Preset) wird die Rauschunterdrückung deaktiviert (OFF).

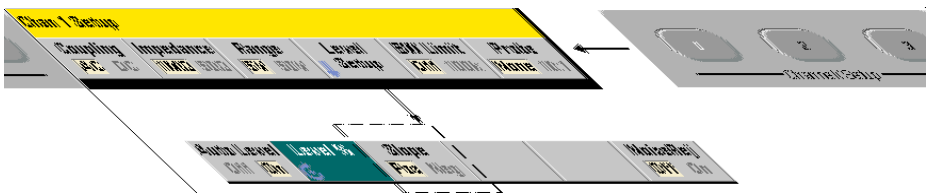
Rauschunterdrückung durch Bandbreitenbegrenzung Bei Eingangssignalen von bis zu 100 kHz wird durch Reduzierung der Zählerbandbreite von 350 MHz auf 100 kHz (siehe „Bandbreitenbegrenzungsfilter“) ebenfalls eine Rauschunterdrückung erreicht. Zusätzliche Rauschunterdrückung für Frequenzen in diesem Bereich wird dann durch INPut:NREJection ON erzielt.

Zeitintervallfehler Die Verwendung der Rauschunterdrückung bei Zeitintervallmessungen führt zu Zeitintervallfehlern. Ursache sind falsch festgelegte Schwellenwerte und Hysterese-Effekte auf den Trigger- und Reset-Punkten (Abbildung 4-4). Diese Fehler sind abhängig von der Eingangssignal-Anstiegsgeschwindigkeit bei jedem Triggerpunkt.

Beispiel für Rauschunterdrückung

```
// Periodenmessung des erwarteten 10-MHz-Signals,
// Kanal 1 verwenden
CONF:PER 0.1E-6,.001,(@1)
   INP:IMP 1.0E6     // Impedanz auf 1 MOhm setzen
   INP:RANG 50       // Bereich auf 50 einstellen
   INP:COUP AC       // AC-Kopplung einstellen
   INP:LEV 3         // Schwellenwert von 3 V einstellen
                     // (absolut)
   INP:NREJ ON       // Rauschunterdrückung aktivieren
```

Schwellenwertsteigung



Die Steigung (Flanke) des Eingangssignals, an dem der Schwellenwert auftritt, wird mit folgendem Befehl angegeben:

```
INPut[{1|2}]:SLOPe[{1|2}] {POSitive|NEGative}
INPut[{1|2}]:SLOPe{1|2}]?                    (Abfrageformular)
```

POSitive - der Triggerpunkt liegt an der positiven (ansteigenden) Flanke. Der Reset-Punkt liegt an der negativen (abfallenden) Flanke (Abbildung 4-4).

NEGative - der Triggerpunkt liegt an der negativen, der Reset-Punkt an der positiven Flanke.

Die Steigungseinstellung wird nicht für Messungen der Impulsbreite, des Tastverhältnisses oder der Anstiegs-/Abfallzeit (d. h. Messungen mit vordefinierten Steigungen) übernommen.

Bei Einkanal-Zeitintervallmessungen legt `SLOPe`/`SLOPe1` die Flanke für das **Startereignis** und `SLOPe2` die Flanke für das **Stoppereignis** fest.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Steigungseinstellung nicht. Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung (Preset) wird die positive (ansteigende) Steigung ausgewählt.

Beispiel für Eingangssteigung

```
// Schwellenwertsteigung einstellen
CONF:FREQ 1E6, 0.1, (@1)  // 1-MHz-Signal messen
   SYST:ALEV:FREQ 10E3    // minimale Auto-Level-Frequenz
                          // einstellen
   INP:IMP 50             // Impedanz auf 50 Ohm setzen
   INP:RANG 5             // 5-V-Bereich einstellen
   INP:COUP AC            // AC-Kopplung einstellen
   INP:LEV:REL 70         // 70% Schwellenwert
   INP:SLOP POS           // Triggern auf positive Steigung
```

Messen von Eingangssignalpegeln und Signalstärke

Minimale, maximale und Spitze-zu-Spitze-Pegel des Eingangssignals werden am unteren Rand des Hauptmessanzeigebereichs des Zählers angezeigt. Ein Beispiel sehen Sie in Abbildung 4-4. Diese Eigenschaften des Spitze-zu-Spitze-Signals können auch mit folgenden Befehlen gemessen werden:

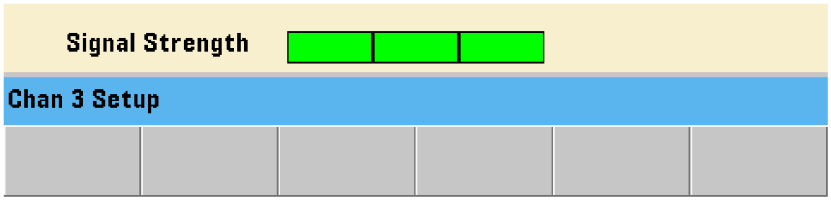
`INPut[{1|2}]:LEVel:MINimum?` *(Minimalwert des P-P-Signals)*

`INPut[{1|2}]:LEVel:MAXimum?` *(Maximalwert des P-P-Signals)*

`INPut[{1|2}]:LEVel:PTPeak?` *(P-P-Amplitude)*

Die Minimal- und Maximalwerte beinhalten jegliche mit den Signalen vorhandenen DC-Pegel (Offsets). Die Eingangsimpedanz des Zählers beeinflusst auch die Amplitude am Eingang.

Kanal 3 Signalstärke



Die relative Signalstärke an Kanal 3 Option 106 oder 115 (6-GHz- oder 15-GHz-Mikrowelleneingang) wird am Zähler angezeigt und kann auch mit folgendem Befehl gemessen werden:

```
INPut3:STRength?
```

Die vom Befehl zurückgegebenen Farben und relativen Stärken zeigen Folgendes an:

Farbe	Stärke	Beschreibung
Keine	0	Signalstärke zu niedrig. Messung vielleicht nicht möglich. Für Festfrequenz-(CW)-Messungen muss die Signalleistung ≥ -27 dBm betragen. Für die Signalleistung der Impulsmessung muss Folgendes festgelegt sein: ≥ -13 dBm.
Gelb	1	Signalstärke schwach, aber akzeptabel.
Grün	2,3	Gutes Signal.
Rot	4	Signal hat möglicherweise einen übermäßigen, für eine präzise Messung geeigneten Pegel(> +19 dBm CW, > +13 dBm Impuls). Signalpegel ≥ +27 dBm können das Gerät beschädigen.

5
Triggern und Gating

Einstellungenübersicht 152
Trigger- und Gate-Zeitachse 153
Trigger- und Gate-Zyklus 153
Systemtrigger 156
'Warten-auf-Trigger'- und Getriggert-Status 162
Mess-Gate 164
Gate-Setup 165
Frequenzmessungen 166
summieren 173
Zeitintervallmessungen 178
Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC 181
Burst-Trägerfrequenzmessungen 182
Erweiterte Gate-Steuerung – Gate-Start 187
Erweiterte Gate-Steuerung – Gate-Stopp-Holdoff und Gate-Stopp 193
Automatische Gate-Erweiterung 200

Messungen mit dem 53220A/53230A Zähler erfolgen durch Triggern des Geräts und Gating des Eingangssignals zur Auswahl des Anteils oder der Dauer, in dem bzw. der das Eingangssignal gemessen wird.

In diesem Kapitel wird der Zusammenhang der Trigger- und Gate-Zyklen des Zählers mit Zählermessungen behandelt.

Einstellungenübersicht

Tabelle 5-1 bietet eine Übersicht der in diesem Abschnitt behandelten Einschalt-/Zurücksetzungseinstellungen für die Trigger- und Gating-Parameter.

Tabelle 5-1. Übersicht zu Trigger- und Gate-Einstellungen

Parameter	Einstellung	Parameter	Einstellung
Trigger		**Gate**	
Triggerquelle Triggerflanke Triggerverzögerung Triggerzahl Samplingzahl	**Sofort** **Negativ** **0,0 s** **1** **1**	Gate-Startquelle Externe Gate-Quelle Gate-Startflanke Gate-Startverzögerungsquelle Gate-Startverzögerungsereignisse Gate-Startverzögerungszeit Gate-Stoppquelle Gate-Stoppflanke Gate-Stopp-Holdoff-Quelle Gate-Stopp-Holdoff-Ereignisse Gate-Stopp-Holdoff-Zeit	**Extern** **Extern** **Negativ** **Sofort** **1** **0,0 s** **Extern** **Positiv** **Sofort** **1** **0,0 s**
Frequenz			
Frequenz-Gate-Quelle Frequenzmesszeit Frequenz-Gate-Polarität Frequenzmodus Frequenz-Burst-Gate autom. Frequenz-Burst-Gate-Verzögerung Frequenz-Burst-Gate schmal Frequenz-Burst-Gate-Zeit	**Zeit** **0,1 s** **Negativ** **Autom.** **Ein** **0,0 s** **Aus** **1 µs**		
Zeitintervall			
Gate-Quelle des Zeitintervalls Gate-Polarität des Zeitintervalls	**Soforttrigger** **Negativ**		
summieren			
Summierung der Gate-Quelle Summierung der Gate-Zeit Summierung der Gate-Polarität	**Zeit** **0,1 s** **Negativ**		

Trigger- und Gate-Zeitachse

Triggern und Gating sind Teil jeder Zählermessung. Die Beziehung dieser Aktionen zur Messung zeigt die Zeitachse in Abbildung 5-1.

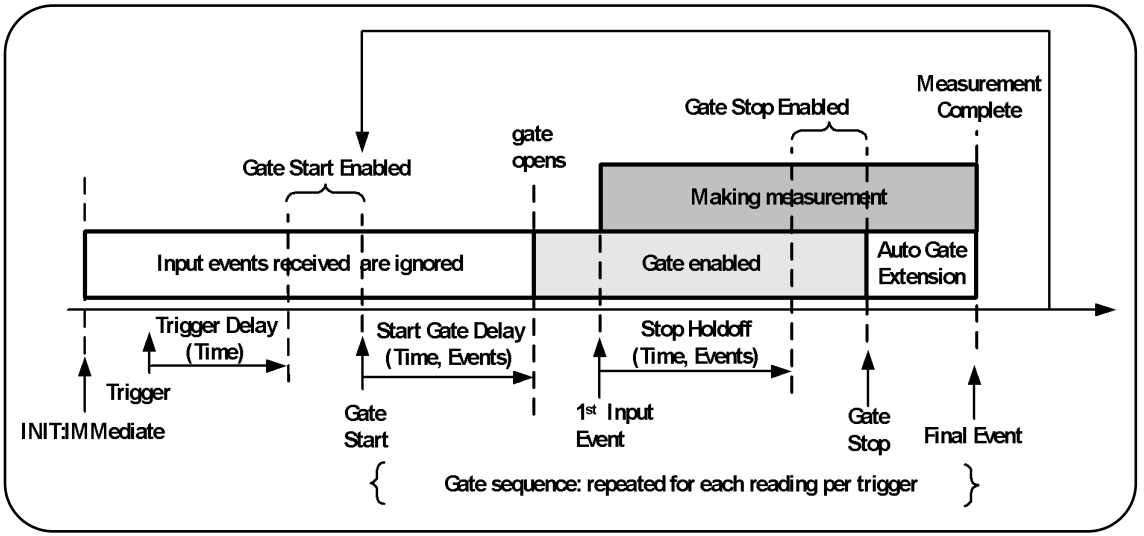


Abbildung 5-1. Trigger- und Gating-Zeitachse

Trigger- und Gate-Zyklus

Die in Abbildung 5-1 **zusammengefassten** Elemente von Triggern und Gating werden in Abbildung 5-2 im Programmierungszyklus detailliert dargestellt. Die folgenden Abschnitte enthalten Beschreibungen und Beispiele für jeden Zyklusschritt.

HINWEIS Die in diesem Kapitel aufgelisteten SCPI-Befehle und Parameter dienen als Anleitung, um zu verstehen, wie der Zähler im Programmbetrieb funktioniert. Die Befehle werden ausführlich im Abschnitt ‘Programmer’s Reference’ der Keysight 53210A/53220A/ 53230A Product Reference CD beschrieben.

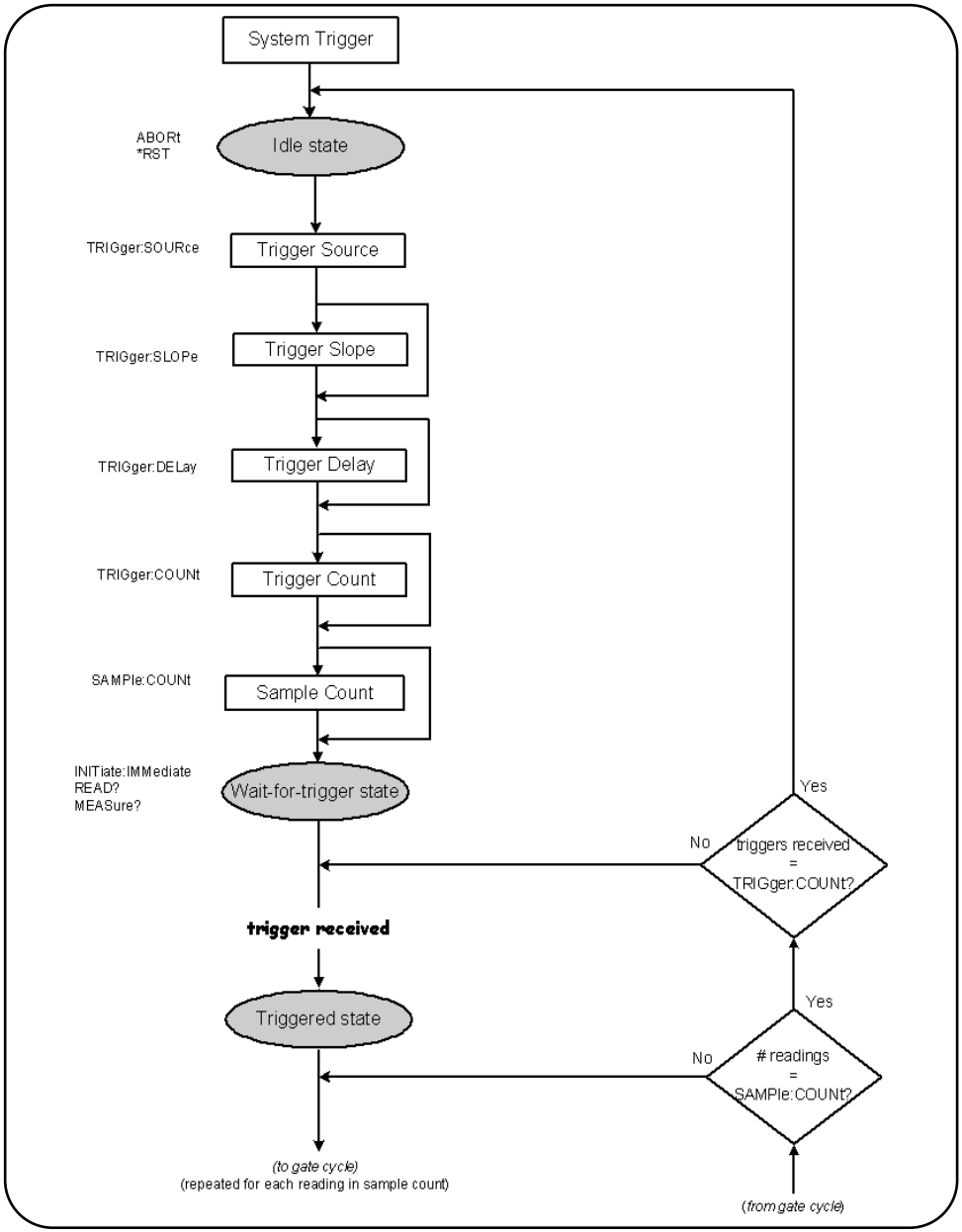


Abbildung 5-2. Trigger- und Gate-Zyklus - Triggern

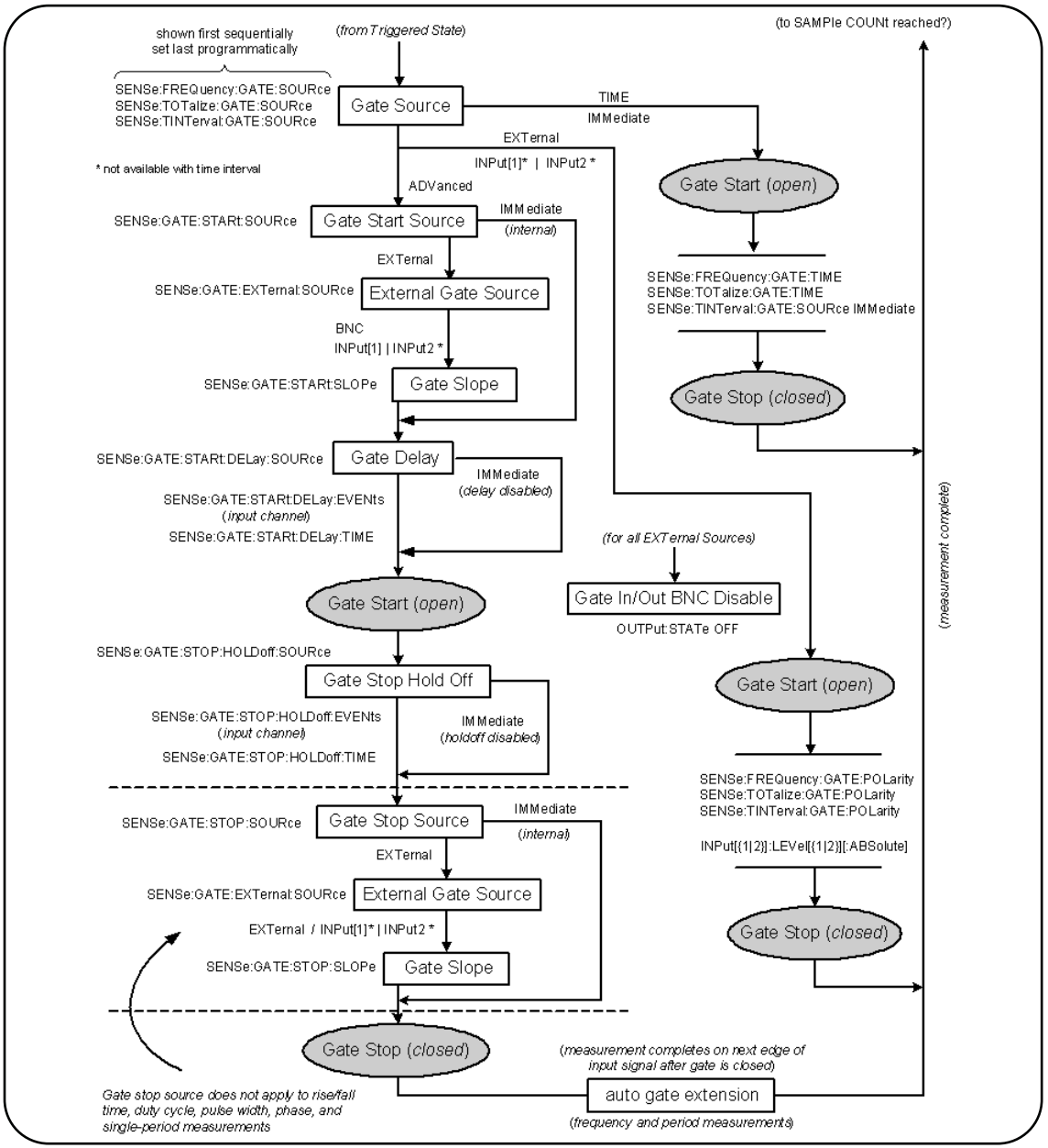


Abbildung 5-2 (Fortsetzung). Trigger- und Gate-Zyklus - Gating

Systemtrigger

Der Zähler befindet sich je nach Status des Systemtriggers in einem von drei Status: *inaktiv*, *Warten auf Trigger* und *getriggert*.

Inaktiver Status

Während der Konfiguration des Zählers befindet sich das Gerät im Allgemeinen im *inaktiven* Status (Abbildung 5-3). Dies beinhaltet die Konfiguration des **Systemtriggers**.

Wie gezeigt, wird der Zähler mit einem der folgenden Befehle in den *inaktiven* Status gesetzt:

`ABORt` - Abbruch einer laufenden Messung.

`*RST` - Zurücksetzen des Zählers auf die werkseitigen Werte.

Der Zähler kehrt **auch** in den *inaktiven* Status zurück, wenn die Gesamtzahl der durch die Einstellungen `TRIGger:COUNt` und `SAMPle:COUNt` festgelegten Messungen abgeschlossen ist (d. h. Anzahl der Messungen = `TRIGger:COUNt` x `SAMPle:COUNt`).

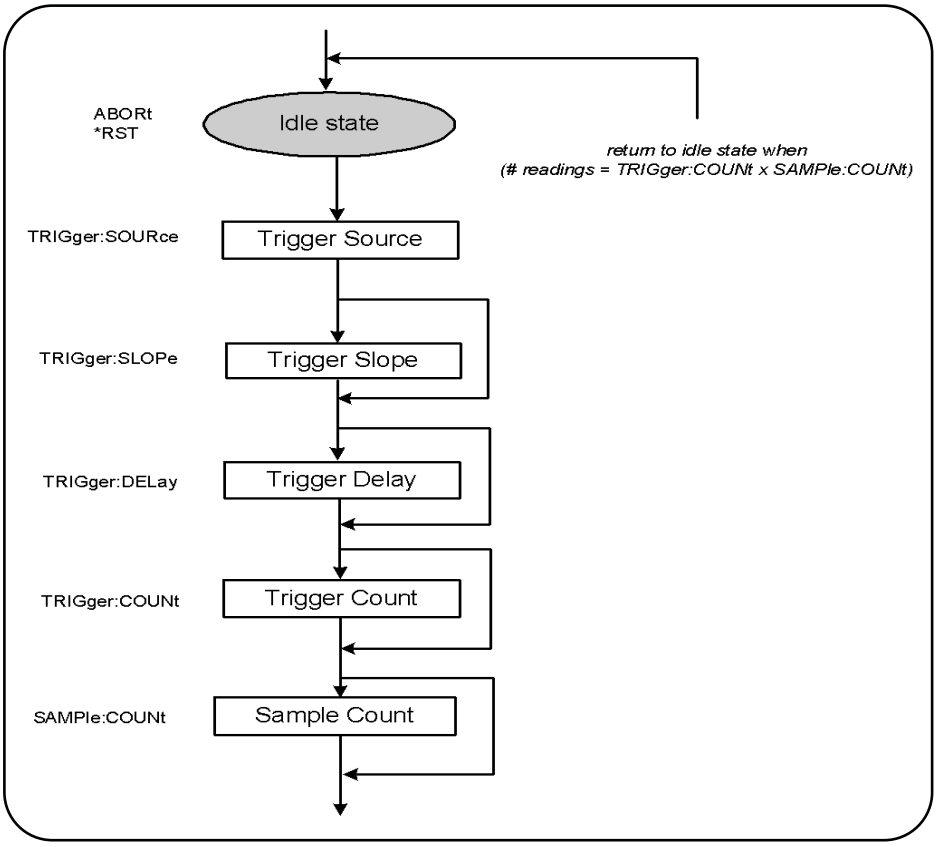
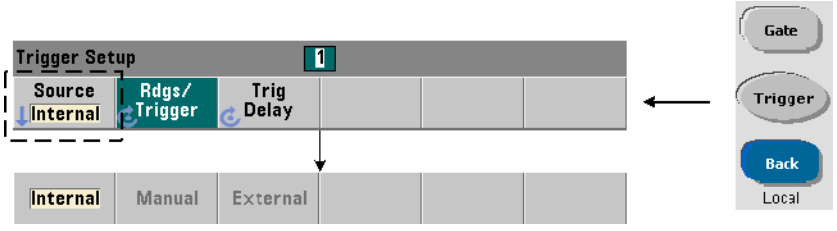


Abbildung 5-3. Systemtriggersequenz

Systemtriggerquelle



Der Systemtrigger wird mit den Befehlen in den Subsystemen TRIGger und SAMPle konfiguriert. Abbildung 5-3 zeigt die Sequenz, in der die Befehle in der Regel verwendet werden.

Die Systemtriggerquelle, die den Trigger-/Gate-Zyklus startet, wird mit folgendem Befehl festgelegt:

TRIGger:SOURce {IMMediate|EXTernal|BUS}
TRIGger:SOURce? (Abfrageformular)

- Triggerquelle **IMMediate** legt ein kontinuierliches Triggersignal fest. Standardmäßig setzt CONFigure die Triggerquelle auf IMMEDiate.

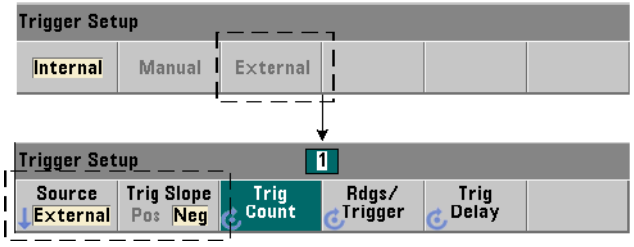
- Triggerquelle **EXTernal** legt einen externen, über den BNC-Anschluss 'Trig In' der Rückwand eingehenden Trigger als Triggerquelle fest.

- Triggerquelle **BUS** bewirkt, dass das Gerät von dem über eine E/A-Schnittstelle empfangenen *TRG-Befehl getriggert wird.

Triggerquellenbeispiel

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtriggerparameter
// einstellen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT   // externe Triggerquelle
```

Systemtriggerflanke



Bei Einstellung der Systemtriggerquelle auf EXTernal wird die Triggersteigung (Flanke) des Signals mit folgendem Befehl eingestellt:

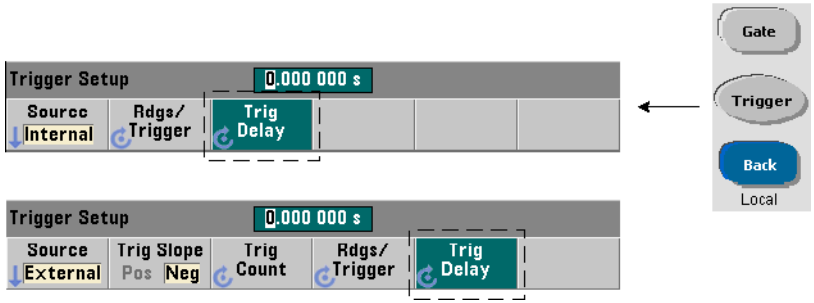
TRIGger:SLOPe {POSitive|NEGative}
TRIGger:SLOPe? (Abfrageformular)

- Triggerflanke **POSitive** wählt die ansteigende und Triggerflanke **NEGative** die abfallende Flanke des Signals. Das Signal geht über den BNC-Anschluss ‘Trig In’ ein. Standardmäßig setzt CONFigure die Triggerflanke auf NEGative.

Beispiel für Triggerflanke

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtriggerparameter
// einstellen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT  // externe Triggerquelle
   TRIG:SLOP POS  // Triggerflanke - positiv
```

Systemtriggerverzögerung



Die Verzögerung zwischen dem Empfang des internen bzw. externen Systemtriggersignals und dem Beginn der **ersten** Messung (Abbildung 5-1) wird mit folgendem Befehl eingestellt:

TRIGger:DELay {<Zeit>|MINimum|MAXimum|DEFault}
TRIGger:DELay? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]

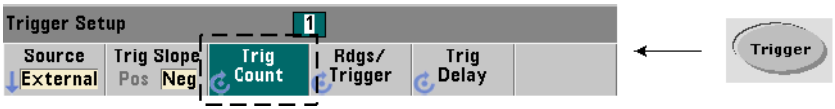
(Abfrageformular)

- gibt die Verzögerung in Sekunden an. Verzögerungen zwischen nachfolgenden Messungen (d. h. mehrere Messwerte pro Trigger, siehe SAMPle:COUNt) werden mit den SENSe:GATE:STARt:DELay-Befehlen festgelegt. CONFigure und MEASure legen eine Standardverzögerung von 0,0 s fest.

Beispiel einer Triggerverzögerung

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtriggerparameter
// einstellen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT  // externe Triggerquelle
   TRIG:SLOP POS   // externe Triggerflanke - positiv
   TRIG:DEL 1      // 1 s Verzögerung nach Triggerempfang
```

Systemtriggerzahl



Die Anzahl der Systemtrigger, die der Zähler vor Rückkehr aus dem Status *Warten-auf-Trigger* in den *inaktiven* Status empfängt, wird mit folgendem Befehl festgelegt:

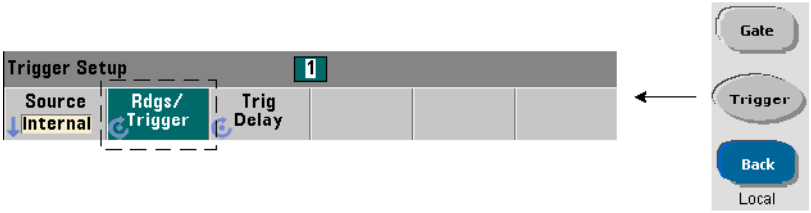
TRIGger:COUNt {<Zahl>|MINimum|MAXImum|DEFault}
TRIGger:COUNt? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
(Abfrageformular)

Die **Zahl** der Trigger reicht von 1 bis 1.000.000. CONFigure und MEASure legen eine Standardtriggerzahl von ‘1’ fest.

Beispiel für Triggerzahl

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtriggerparameter
// einstellen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT  // externe Triggerquelle
   TRIG:SLOP POS    // externe Triggerflanke - positiv
   TRIG:DEL 1      // 1 s Verzögerung nach Triggerempfang
   TRIG:COUN 2     // 2 Systemtrigger akzeptieren
```

Samplingzahl



Durch Multiplikation der Triggerzahl mit der Samplingzahl (`TRIG:COUN` x `SAMP:COUN`) wird die Anzahl der Messwerte bestimmt, die vor Rückkehr des Zählers in den *inaktiven* Status erfasst werden. Die Samplingzahl wird mit folgendem Befehl eingestellt:

`SAMPle:COUNt {<Zahl>| MINimum|MAXImum|DEFault}`
`SAMPle:COUNt? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]`
`(Abfrageformular)`

Die **`Zahl`** reicht von 1 bis 1.000.000. `CONFigure` und `MEASure` legen eine Standardsamplingzahl von ‘1’ fest.

Der Messwertspeicher kann bis zu 1.000.000 Messwerte aufnehmen. Übersteigt das Produkt aus Trigger- und Samplingzahl 1.000.000 Messwerte, müssen die Daten schnell genug aus dem Messwertspeicher gelesen werden, um einen Speicherüberlauf zu verhindern. Bei einem Speicherüberlauf überschreiben die neuen Messwerte die ersten (ältesten) gespeicherten. Die aktuellen Messwerte bleiben stets erhalten. Weitere Informationen zur Überwachung der Messwertspeicherzahl siehe Kapitel 8 unter „Statusbedingungen“.

Beispiel für Samplingzahl

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtrigger und Sample
// einstellen
// Zahl der Parameter; 2 Sätze von 100 Messwerten erfassen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT    // externe Triggerquelle
   TRIG:SLOP POS    // externe Triggerflanke - positiv
   TRIG:DEL 1       // 1 s Verzögerung nach Triggerempfang
```

```
TRIG:COUN 2      // 2 Systemtrigger akzeptieren
SAMP:COUN 100    // 100 Messwerte für jeden Trigger
                 // erfassen
```

HINWEIS

Die Triggerzahl und die Samplingzahl werden bei kontinuierlichen summierten Messungen ignoriert. Die Triggerzahl wird ebenfalls bei kontinuierlichen, lückenlosen Frequenz- oder Periodenmessungen ignoriert. Nur ein Trigger wird bei Verwendung dieser Funktionen akzeptiert. Weitere Informationen finden Sie im entsprechenden Abschnitt in der „Programmer's Reference" auf der Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD.

'Warten-auf-Trigger'- und Getriggert-Status

Damit der Zähler Trigger **akzeptiert**, die den Trigger- und Gate-Zyklus starten, muss er **initialisiert** werden. Beim Initialisieren wird der Zähler in den *Warten-auf-Trigger*-Status gesetzt (Abbildung 5-4).

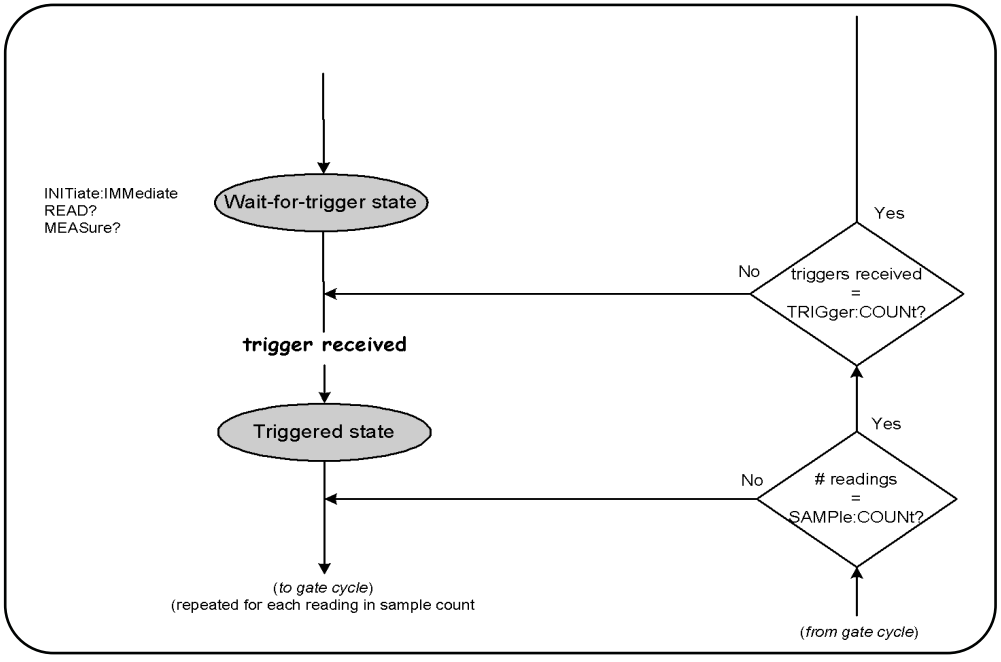


Abbildung 5-4. Der 'Warten-auf-Trigger'-Status des Zählers

Der Zähler kann mit folgenden Befehlen initialisiert werden:

INITiate[:IMMediate]

- setzt den Zähler in den 'Warten-auf-Trigger'-Status. In diesem Status werden Triggersignale erkannt und akzeptiert. Nach dem Initialisieren des Zählers durch `INITiate[:IMMediate]` erfasste Messwerte werden angezeigt und im Messwertspeicher des Zählers gespeichert (weitere Informationen siehe Kapitel 7 „Formate und Datenfluss“).

Beispiel zur Initialisierung

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtriggerparameter
// einstellen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT   // externe Triggerquelle
   TRIG:SLOP POS   // externe Triggerflanke - positiv
   TRIG:DEL 1      // 1 s Verzögerung nach Triggerempfang
   TRIG:COUN 2     // 2 Systemtrigger akzeptieren
   SAMP:COUN 100   // 100 Messwerte pro Systemtrigger
                   // erfassen
INIT    // Zähler initialisieren - 'Warten-auf-Trigger'-
        // Status
FETc?   // Messungen aus Messwertspeicher abrufen
```

READ?

- entspricht der Ausführung von `INITiate:IMMediate`, direkt gefolgt von `FETCh?`. Mit `READ?` werden Messwerte angezeigt, im Messwertspeicher abgelegt und sofort in den Ausgabepuffer gelesen (weitere Informationen siehe Kapitel 7 „Formate und Datenfluss“).

READ? Beispiel

```
// konfigurieren für Frequenz, Systemtriggerparameter
// einstellen
CONF:FREQ 5E6,0.1,(@2)
   TRIG:SOUR EXT  // externe Triggerquelle
   TRIG:SLOP POS  // externe Triggerflanke - positiv
   TRIG:DEL 1     // 1 s Verzögerung nach Triggerempfang
```

```
   TRIG:COUN 2    // 2 Systemtrigger akzeptieren
   SAMP:COUN 100  // 100 Messwerte pro Systemtrigger
                  // erfassen
READ? // Zähler initialisieren - Messwerte aus Speicher
      // holen
```

Nach Initialisierung wird der Zähler durch ein gültiges Triggersignal und (falls angegeben) eine erfüllte Verzögerungsperiode in den *getriggerten* Status und den Beginn des Gate-Zyklus gesetzt. Der Zähler bleibt im *getriggerten* Status, bis die Samplingzahl (Messwerte pro Trigger) erreicht ist. Dann kehrt der Zähler in den *Warten-auf-Trigger*-Status zurück, bis der nächste Systemtrigger empfangen wird. Der Zähler kehrt in den *inaktiven* Status zurück, sobald das Produkt aus Triggerzahl und Samplingzahl erreicht ist.

Mess-Gate

Durch Steuerung des Mess-Gates können Sie die Dauer der Messung auswählen. Die Gating-Sequenz des Trigger-/Gate-Zyklus beginnt nach Empfang eines Systemtriggersignals und wird für **jede** in der Samplingzahl angegebene Messung wiederholt.

HINWEIS Während der Gating-Sequenz befindet sich der Zähler im *getriggerten* Status (Abbildung 5-2). Obgleich in der Abbildung nach Initialisierung des Zählers dargestellt, findet die Gate-**Konfiguration** wie die Systemtrigger-**Konfiguration** statt, während der Zähler sich im *inaktiven* Status befindet.

HINWEIS Zählermessungen basieren auf Konfigurationen, die mehrere Parameter umfassen. Der **einfachste** und gängigste Ausgangspunkt zur Einstellung dieser Parameter **per Programm** ist die Verwendung von Befehlen innerhalb der Subsysteme CONFigure und MEASure (Kapitel 3). Diese Subsystembefehle gelten als „High-Level"-Befehle, da mehrere Zählerparameter durch einen einzigen Befehl eingestellt oder auf Standardwerte gesetzt werden. Mit „Low-Level"-Befehlen wie z. b. den hier beschriebenen Gating-Befehlen können Sie ausgewählte Gating-Parameter ändern, ohne andere Bereiche der Zählerkonfiguration zu beeinflussen.

Gate-Setup

Die **Gate-Quelle** des Zählers bestimmt den Pfad durch den Gate-Zyklus und die zugehörigen Parameter, die berücksichtigt werden müssen. Eine Gate-Quelle ist für alle Frequenz-, summierten und Zeitintervallmessungen erforderlich.

Obgleich die Auswahl der Gate-Quelle am Beginn des Zyklus dargestellt ist (Abbildungen 5-2 und 5-5), sollte sie im Programm nach Einstellung aller übrigen Gate-Parameter erfolgen. Dies verhindert potenzielle „Einstellungskonflikt"-Fehler zwischen den `SENSe`-Subsystembefehlen und ist in den Beispielen und Programmsegmenten, die diese Befehle verwenden, illustriert.

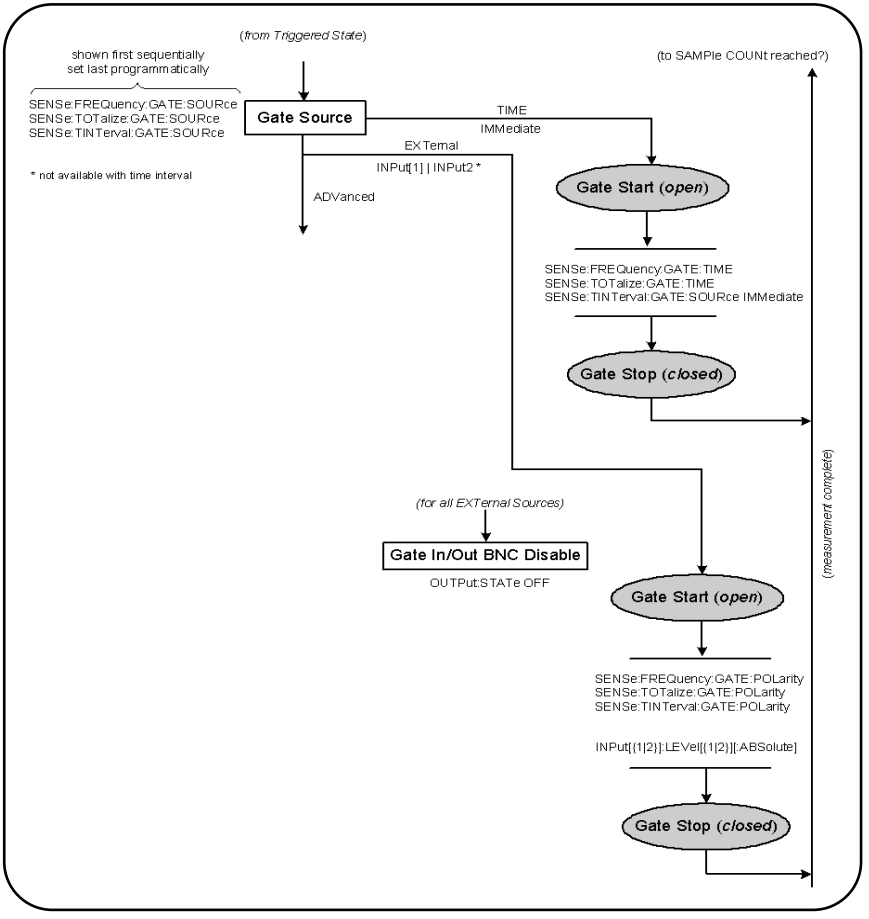
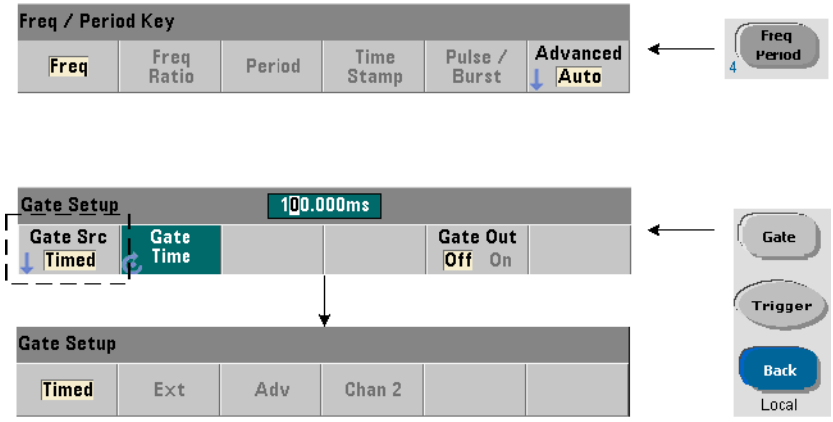


Abbildung 5-5. Gate-Quellensequenz.

Typische Zählermessungen und die meisten Anwendungen verwenden ein internes Signal als Gate-Quelle, um das Gate für einen angegebenen (oder standardmäßigen) Zeitraum zu steuern.

Für Anwendungen, die eine Synchronisation mit externen Ereignissen oder präzisere Gate-Steuerung erfordern, wird ein externes Gate oder erweitertes Gating eingesetzt. Externe Gate-Signale gehen an der Rückwand des Zählers am ‘Gate In/Out’-BNC-Anschluss oder Eingang für Kanal 1 oder Kanal 2 ein.

Frequenzmessungen



Für Frequenz- und Periodenmessungen wird folgender Befehl zum Einstellen/Ändern der Gate-Quelle verwendet:

`[SENSe:]FREQuency:GATE:SOURce {TIME|EXTernal|INPut[1]|INPut2|ADVanced}`

`[SENSe:]FREQuency:GATE:SOURce?` (Abfrageformular)

- Gate-Quelle **`TIME`** wird verwendet, um eine gewünschte Auflösung in **Anzahl von Stellen** zu erzielen. Sie nutzt ein internes Gate-Signal und ist die *standardmäßige* Gate-Quelle. Sie ermöglicht dem Gate, für eine angegebene Dauer offen zu bleiben, während das Eingangssignal gemessen wird. Je länger die Messzeit, desto größer die Auflösung.

Auflösung und Messzeit

Die Auflösungsverbesserung (in Ziffern) ist eine Funktion der Zähler-Gate-Zeit, des Messmodus (`AUTO`, `CONTinuous`, `RECiprocal` – Kapitel 3) und des Algorithmus der Auflösungsverbesserung. Die Auflösungsverbesserung (R_E), die im 53220A/53230A Datenblatt definiert ist, verbessert die Auflösung der grundlegenden reziproken Messtechnik. Die Auflösungsverbesserung gilt für den Modus `AUTO` oder `CONTinuous` des Zählers bei einer Gate-Zeit von $\geq$ 10 ms.

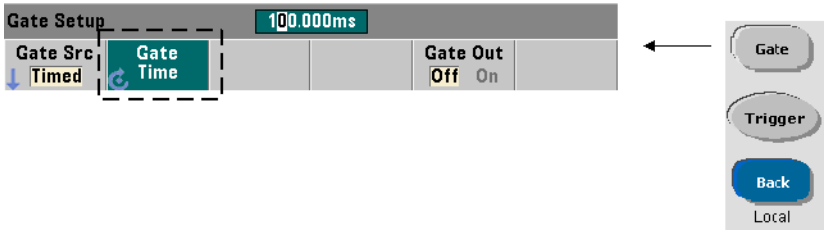
Tabelle 5-2 zeigt die mit dem 53230A und 53220A für eine bestimmte Messzeit erzielten Auflösungsstellen. Die Tabelle enthält auch Formeln zum Einschätzen von Stellen als Funktion der Messzeit oder erwarteter Werte und Messzeiten als Funktion von Stellen.

Tabelle 5-2. Auflösung und Gate-Zeit

Messzeit (53230A) (T_{ss} = 20 ps)	Auflösung (Stellen) Autom./ kontinuierlich	Auflösung (Stellen) Reziprokwert	Berechnung der Stellen und der Gate-Zeit (reziproker Modus)
1 usec	4.7	4.7	Stellen als Funktion der Messzeit: **Stellen = Log_{10}(Gate-Zeit/T_{ss})**
10 usec	5.7	5.7	
100 usec	6.7	6.7	
1 ms	7.7	7.7	
10 ms	bis zu 10*	8.7	
100 ms	bis zu 11*	9.7	
1 s	bis zu 12*	10.7	
10 s	bis zu 13*	11.7	Stellen als Funktion eines erwarteten Werts (CONFigure, MEASure)
100 s	bis zu 14*	12.7	
1.000 s	bis zu 15*	13.7 usec	

Messzeit (53230A) (T_{ss} = 20 ps)	Auflösung (Stellen) Autom./ kontinuierlich	Auflösung (Stellen) Reziprokwert	Berechnung der Stellen und der Gate-Zeit (reziproker Modus)
Messzeit (53220A) (T_{ss} = 100 ps)	**Auflösung (Stellen) Auto**	**Auflösung (Stellen) Reziprokwert**	**Stellen = Log_{10}(*erwarteter Wert)* - Log_{10}(*Auflösung*)**
100 usec	6	6	
1 ms	7	7	
10 ms	bis zu 10*	8	
100 ms	bis zu 11*	9	Messzeit als Funktion von Stellen:
1 s	bis zu 12*	10	
10 s	bis zu 13*	11	**Messzeit = (10^Stellen) * T_{ss}**
100 s	bis zu 14*	12	
1.000 s	bis zu 15*	13	
* Verbesserte Auflösung			

Einstellen der Messzeit



Eine Messzeit kann direkt angegeben werden mit dem Befehl:

```
[SENSe:]FREQuency:GATE:TIME {<Zeit>|MINimum|MAXimum|
DEFault}

[SENSe:]FREQuency:GATE:TIME? {MINimum|MAXimum|DEFault}
                                        (Abfrageformular)
```

CONFigure und MEASure stellen automatisch die Gate-Quelle auf TIME und die Messzeit gemäß des optionalen *erwarteten Werts* und der *Auflösungs*parameter ein. Die Angabe dieser Parameter oder Verwendung von Standardwerten mit diesen Befehlen **vereinfacht** die Zählerprogrammierung. Bei der von den Befehlen CONFigure/MEASure unabhängigen Einstellung/Änderung der Messzeit können Sie jedoch **nur** die Messzeit ändern, während andere Konfigurationseinstellungen beibehalten werden.

Abfragen der Messzeit Die mittels *erwartetem Wert* und *Auflösungs*parametern eingestellte Messzeit kann nach Ausführung des Befehls CONFigure oder MEASure bestimmt werden.

Wir gehen beispielsweise von einer Messung aus, die eine 10-stellige Auflösung (MHz) eines 5-MHz-Signals erfordert. Da die Auflösungsstellen **etwa** Log_{10} (*erwarteter Wert*) - Log_{10} (*Auflösung*) entsprechen, könnte diese Messung folgendermaßen konfiguriert werden:

```
MEAS:FREQ? 5e6, 5E-4, (@1) // erwartete Freq., Auflösung
```

Eine typische Messung, die diese Konfiguration verwendet, könnte zurückgeben:

```
+4.99998458333282E+006
```

Wobei die Zähleranzeige registriert:

```
4.999 984 583 3MHz
```
(11 Stellen – verbesserte Auflösung)

Die Abfrage der Messzeit gibt nach Senden dieses Befehls zurück:

```
SENS:FREQ:GATE:TIME?
+1.00000000000000E-001
```
(100 ms)

Laut Tabelle 5-2, Zähler 53230A und Messmodus Auto entspricht dies einer Auflösung von 11 Stellen. Um eine gewünschte Auflösung (Stellen) hinsichtlich der Messzeit zu erzielen, ermitteln Sie die Stellenzahl in Tabelle 5-2 und wählen Sie die entsprechende Gate-Zeit:

```
SENS:FREQ:GATE:TIME 100e-3     // Messzeit einstellen =
                               // 100 ms
SENS:FREQ:GATE:SOUR TIME      // Gate-Quelle einstellen
```

In einem anderen Beispiel gehen wir von einer Messung aus, die eine 6-stellige Auflösung eines 5-ns-Signals (200 MHz) erfordert. Da $\mathtt{Log}_{10}$ (*erwarteter Wert*) - $\mathtt{Log}_{10}$ (*Auflösung*) etwa den Stellen der Auflösung entspricht, kann die Messung folgendermaßen konfiguriert werden:

```
MEAS:PER? 5E-9, 5E-15, (@1) // pro Messung des 200-MHz-
Signals
```

Eine typische Messung, die diese Konfiguration verwendet, könnte zurückgeben:

```
+5.00010899135045E-009
```

Wobei die Zähleranzeige registriert:

`5.000 10 nsec` (6 Stellen)

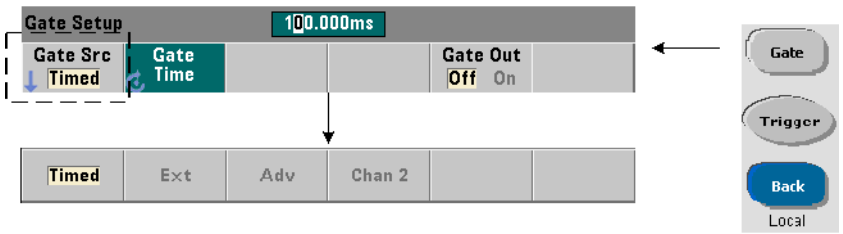
Die Abfrage der Messzeit gibt nach Senden dieses Befehls zurück:

```
SENS:FREQ:GATE:TIME?
+1.00000000000000E-005
```
(10 µs – keine verbesserte Auflösung)

Wieder kann in Tabelle 5-2 die entsprechende Messzeit für eine 6-stellige Auflösung ermittelt und direkt gesendet werden:

```
SENS:FREQ:GATE:TIME 10e-6     // Gate-Zeit einstellen = 10 µs
```

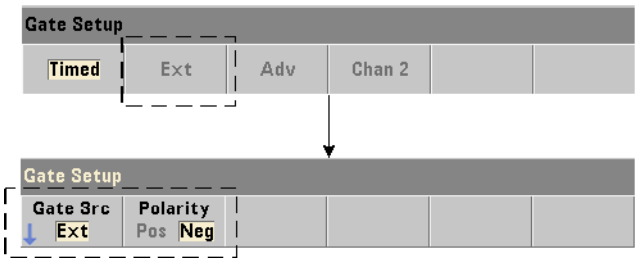
Externe Gate-Quellen



Die Gate-Quellen **`EXTernal, INPut[1],`** und **`INPut2`** sind externe Quellen. `EXTernal` ist der „Gate/In/Out“-BNC-Anschluss an der Rückwand des Zählers und `INPut[1]/INPut2` (Softkeys Chan 1 und Chan 2) sind die Kanal-1- und Kanal-2-Eingänge des Zählers.

HINWEIS `OUTput:STATe` **OFF** muss bei Verwendung der Gate-Quelle **EXTernal** eingestellt werden. Weitere Informationen hierzu sowie zur Verwendung von Gate-Signalen zum Synchronisieren anderer Geräte siehe „Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC“.

Polarität eines externen Gate-Signals



Bei Verwendung einer externen Gate-Quelle wird die Polarität des Gate-Signals und damit die Gate-Dauer mit folgendem Befehl eingestellt oder geändert:

```
[SENSe:]FREQuency:GATE:POLarity {POSitive|NEGative}
[SENSe:]FREQuency:GATE:POLarity?        (Abfrageformular)
```

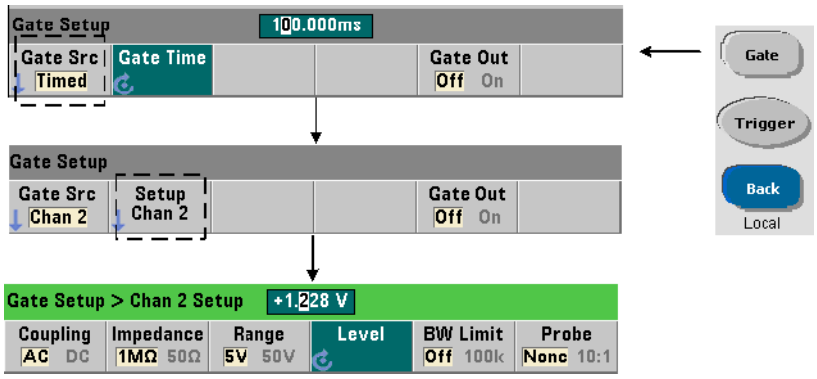
`POSitive` startet die Messung an einer positiven Flanke am „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang und beendet die Messung an der **nächsten** negativen Flanke. `NEGative` startet die Messung an einer negativen Flanke am „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang und beendet die Messung an der **nächsten** positiven Flanke.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Polaritätseinstellung nicht. Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird die negative Flanke ausgewählt.

So stellen Sie die Polarität des externen Gate-Signals ein:

```
// Gate-Polarität und -Quelle wählen
CONF:PER
   SENS:FREQ:GATE:POL POS      // Polarität einstellen
   SENS:FREQ:GATE:SOUR EXT     // Quelle einstellen
```

Schwellenwert eines externen Gate-Signals



Für die externen Quellen `INPut[1]` und `INPut2` (Softkeys Chan 1 und Chan 2) muss zusätzlich zur Polarität des Gate-Signals eine **feste** Eingangsschwellenwertspannung angegeben werden. Dies erfolgt mit dem Befehl:

`INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute] {<Volt>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute]?[{MINimum|MAXimum|DEFault}]` `(Abfrageformular)`

Die angegebene, den Schwellenwert kreuzende Kante (Polarität) des Gate-Signals öffnet das Gate. Die gegenüberliegende, den Schwellenwert kreuzende Kante (Polarität) des Signals schließt das Gate. (Weitere Informationen zum INPut-Subsystem siehe Kapitel 4 unter „53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung“.)

Bei Verwendung der externen Quellen`INPut[1]` und `INPut2` kann der als Gate-Quelle ausgewählte Kanal nicht mit dem Kanal identisch sein, auf dem das **gemessene** Signal eingeht. Der Gate-Quellenkanal kann also nicht in die Messung einbezogen werden.

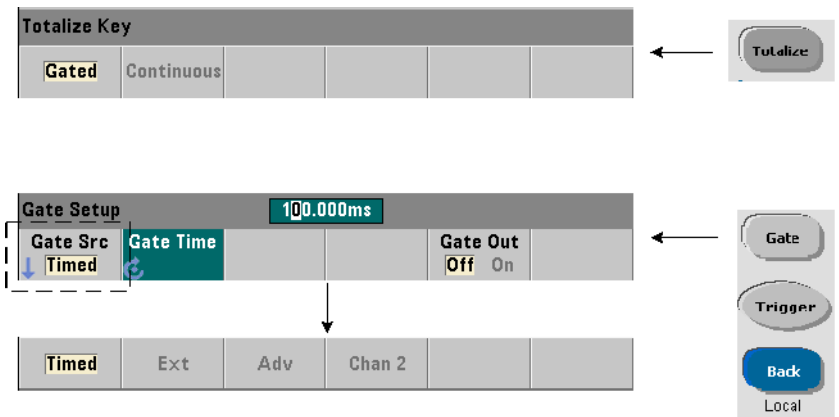
So stellen Sie Polarität und Pegel einer externen Gate-Quelle ein:

```
// Gate-Polarität, -Quelle und -Schwellenwert wählen
CONF:FREQ
   SENS:FREQ:GATE:POL POS    // Polarität einstellen
   SENS:FREQ:GATE:SOUR INP   // Quelle einstellen - Kanal 1
   INP:LEV 4                 // Schwellenwert einstellen - 4 V
```

Gate-Quelle „ADVanced“

Die Gate-Quelle **ADVanced** bietet eine erweiterte Steuerung für das Gate-Signal durch die SENSe:GATE-Zählerbefehle (siehe Abschnitt zur erweiterten Gate-Steuerung in diesem Kapitel).

summieren



Einstellen der Gate-Quelle

Für torgesteuerte Ereigniszähler (Flanken) auf dem Eingangskanälen, die wie folgt konfiguriert werden:

```
CONFigure:TOTalize:TIMed
```

Der Befehl zum Einstellen oder Ändern der Gate-Quelle lautet:

[SENSe:]TOTalize:GATE:SOURce {TIME|EXTernal|INPut[1]|INPut2|ADVanced}

[SENSe:]TOTalize:GATE:SOURce? (Abfrageformular)

- Gate-Quelle **TIME** aktiviert die Summierung der Eingangskanäle für eine bestimmte Periode.

Einstellen der Messzeit

Die Gate-Zeit wird mit folgendem Befehl eingestellt:

[SENSe:]TOTalize:GATE:TIME {<Zeit>|MINimum|MAXimum|INFinity|DEFault}

[SENSe:]TOTalize:GATE:TIME? {MINimum|MAXimum|DEFault} (Abfrageformular)

CONFigure und MEASure stellen automatisch die Gate-Quelle auf TIME und die Gate-Zeit gemäß des Werts des Parameters *Gate_Zeit* ein.

So werden Gate-Zeit und -Quelle für die Summierung direkt festgelegt:

```
// Gate-Zeit und -Quelle einstellen
SENS:TOT:GATE:TIME 10     // Gate-Zeit einstellen = 10 s
SENS:TOT:GATE:SOUR TIME   // Gate-Quelle einstellen
```

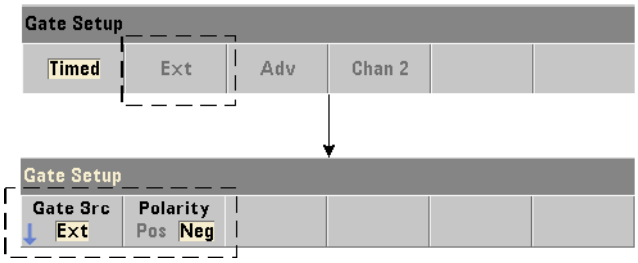
Externe Gate-Quellen

Die Gate-Quellen **EXTernal, INPut[1],** und **INPut2** sind externe Quellen. EXTernal ist der „Gate/In/Out“-BNC-Anschluss an der Rückwand des Zählers und INPut[1]/INPut2 (Softkeys Chan 1 und Chan 2) sind die Kanal-1- und Kanal-2-Eingänge des Zählers.

HINWEIS

`OUTput:STATe` **OFF** muss bei Verwendung der Gate-Quelle **EXTernal** eingestellt werden. Weitere Informationen hierzu sowie zur Verwendung von Gate-Signalen zum Synchronisieren anderer Geräte siehe „Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC“.

Polarität eines externen Gate-Signals



Bei Verwendung der externen Gate-Quellen wird die Polarität des Gate-Signals und damit die Gate-Dauer mit folgendem Befehl eingestellt oder geändert:

```
[SENSe:]TOTalize:GATE:POLarity {POSitive|NEGative}
[SENSe:]TOTalize:GATE:POLarity?          (Abfrageformular)
```

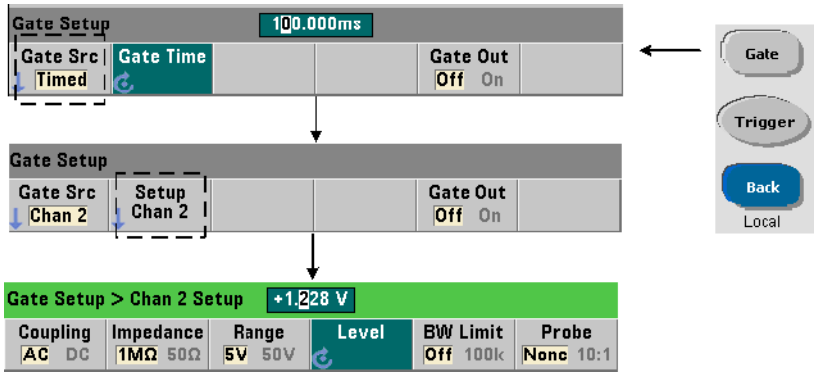
`POSitive` startet die Summierung an der positiven Flanke am rückseitigen „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang und beendet die Summierung an der **nächsten** negativen Flanke. `NEGative` startet die Summierung an der negativen Flanke am rückseitigen „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang und beendet die Summierung an der **nächsten** positiven Flanke.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Polaritätseinstellung nicht. Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird die negative Flanke ausgewählt.

So stellen Sie die Polarität des externen Gate-Signals ein:

```
// Gate-Polarität und -Quelle wählen
CONF:TOT:TIM
   SENS:TOT:GATE:POL POS    // Polarität einstellen
   SENS:TOT:GATE:SOUR EXT  // Quelle einstellen
```

Schwellenwert eines externen Gate-Signals



Für die externen Quellen `INPut[1]` und `INPut2` (Softkeys Chan 1 und Chan 2) muss zusätzlich zur Polarität des Gate-Signals eine **feste** Eingangsschwellenwertspannung angegeben werden. Diese Parameter werden mit den folgenden Befehlen eingestellt:

`INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute] {<Volt>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute]?[{MINimum|MAXimum|DEFault}]` (Abfrageformular)

Die angegebene, den Schwellenwert kreuzende Kante (Polarität) des Gate-Signals öffnet das Gate. Die gegenüberliegende, den Schwellenwert kreuzende Kante (Polarität) des Signals schließt das Gate.

Bei Verwendung der externen Quellen`INPut[1]` und `INPut2` kann der als Gate-Quelle ausgewählte Kanal nicht mit dem Kanal identisch sein, auf dem die Eingangsereignisse summiert werden. Der Gate-Quellenkanal kann also nicht in die Messung einbezogen werden.

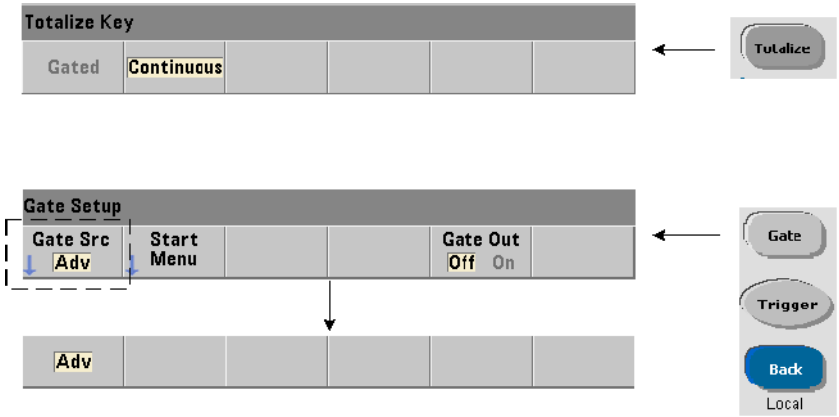
So wird die Polarität und der Pegel bei Verwendung eines Eingangskanals als Gate-Quelle eingestellt:

```
// Gate-Polarität, -Quelle und -Schwellenwert wählen
CONF:TOT:TIM
   SENS:TOT:GATE:POL POS    // Polarität einstellen
   SENS:TOT:GATE:SOUR INP1 // Quelle einstellen - Kanal 1
   INP1:LEV 4              // Schwellenwert einstellen - 4 V
```

Gate-Quelle „ADVanced“

Die Gate-Quelle **ADVanced** bietet eine erweiterte Steuerung für das Gate-Signal durch die SENSe:GATE-Zählerbefehle (siehe Abschnitt zur erweiterten Gate-Steuerung).

Kontinuierliche Summierung



Die kontinuierliche Summierung wird durch folgenden Befehl konfiguriert:

```
CONFigure:TOTalize:CONTinuous
```

stellt die Gate-Quelle auf TIME und die Gate-Zeit auf INFinity ein. Der Befehl legt außerdem den Eingangsschwellenwert auf 0,0 V und die Flanke (die zu summierenden Ereignisse) auf positiv fest. Weitere Informationen zu den Befehlen im INPut-Subsystem, die zum Ändern dieser Parameter verwendet werden, siehe Kapitel 4 unter „53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung“.

Ablesen des aktuellen Zählerstands Während der kontinuierlichen oder

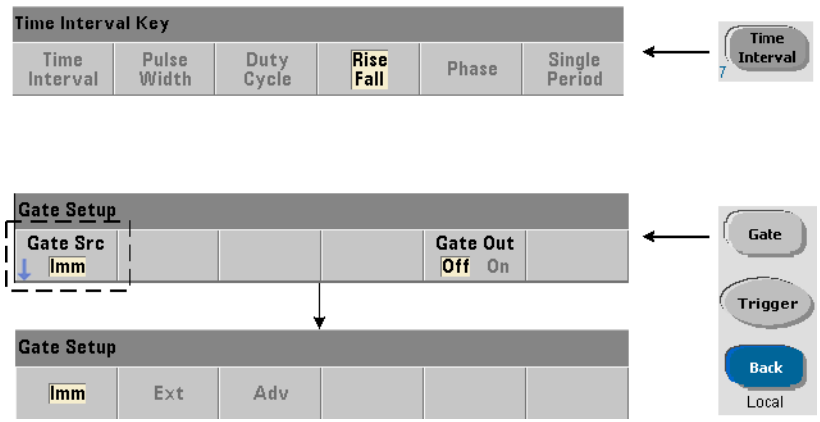
zeitgesteuerten kontinuierlichen Summierung mit langen Gate-Zeiten kann der aktuelle Zählerstand mit folgendem Befehl abgelesen werden:

```
[SENSe:]TOTalize:DATA?
```

Zum Beispiel:

```
CONF:TOT:CONT     // kontinuierliche Summierung
                  // konfigurieren
INIT              // Messung starten
.
SENS:TOT:DATA?    // Aktuellen Zählerstand abfragen
.
ABOR              // Messungen stoppen
```

Zeitintervallmessungen



Für Zeitintervallmessungen wird folgender Befehl zum Einstellen/Ändern der Gate-Quelle verwendet:

```
[SENSe:]TINTerval:GATE:SOURce {IMMediate|EXTernal|
ADVanced}
```

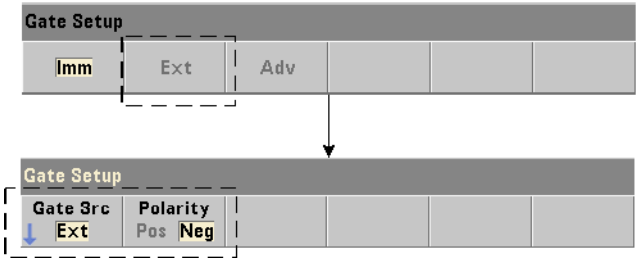
```
[SENSe:]TINTerval:GATE:SOURce?          (Abfrageformular)
```

- Gate-Quelle **IMMediate** verwendet ein internes Gate-Signal, das bei der Messung des ersten Ereignisses (Flanke/Pegel) startet, welches durch das Subsystem INPut definiert wird, und endet am nächsten definierten (Stopp-)Ereignis. Die CONFigure-Befehle legen die Zeitintervall-Gate-Quelle auf IMMediate fest.

- Gate-Startquelle **EXTernal** ist der rückseitige „Gate In/Out"-BNC-Anschluss des Zählers. Wenn ein externes Gate verwendet wird, beginnt die Messung auf dem ersten Startereignis, **nachdem** das externe Gate empfangen wurde. Die Messung endet nach dem Stoppereignis. Die Start- und Stoppereignisse (Flanke/Pegel) werden durch das Subsystem INPut definiert.

HINWEIS OUTput:STATe **OFF** muss bei Verwendung der Gate-Quelle **EXTernal** eingestellt werden. Weitere Informationen hierzu sowie zur Verwendung von Gate-Signalen zum Synchronisieren anderer Geräte siehe „Aktivieren von Gate-Signalen am 'Gate in/Out'-BNC".

Polarität eines externen Gate-Signals



Wenn eine externe Gate-Quelle verwendet wird, wird die Polarität des Gate-Signals mit folgendem Befehl geändert:

```
[SENSe:]TINTerval:GATE:POLarity {POSitive|NEGative}
[SENSe:]TINterval:GATE:POLarity?          (Abfrageformular)
```

POSitive **aktiviert** die Zeitintervallmessung nach einer positiven Flanke am BNC-Anschluss „Gate In/Out". NEGative **aktiviert** die Zeitintervallmessung nach einer negativen Flanke am BNC-Anschluss „Gate In/Out". Bei beiden Flanken **beginnt** die Messung beim ersten Startereignis nach der (Gate-)Flanke.

Durch das Zurücksetzen (*RST) oder die Voreinstellung des Geräts (SYSTem:PRESet oder Taste Preset) wird die negative Flanke (Polarität) ausgewählt.

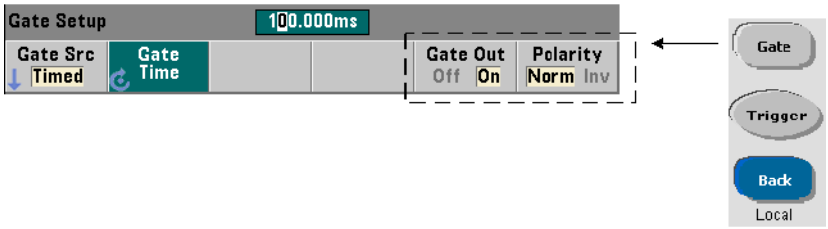
Gate-Quelle „ADVanced“

Die Gate-Quelle **ADVanced** bietet eine erweiterte Steuerung für das Gate-Signal durch die SENSe:GATE-Zählerbefehle (siehe Abschnitt zur erweiterten Gate-Steuerung in diesem Kapitel).

Im folgenden Beispiel wird die Konfiguration einer Zeitintervallmessung dargestellt, die die Konfiguration mit einem hohen Pegel, die Einstellung der Start- und Stoppereignisse sowie die Änderung der Polarität und Gate-Quelle umfasst.

```
// Zähler für die Zeitintervallmessung konfigurieren
// externes Gating zum Start der Messung verwenden
CONF:TINT (@1),(@2) // Zeitintervall zw. Kanal 1/Kanal 2
   INP1:LEV1 2      // Startpegel (Ereignis) einstellen
   INP1:SLOP1 POS   // Polarität des Startereignisses
                    // einstellen
   INP2:LEV1 2      // Stopppegel (Ereignis) einstellen
   INP2:SLOP1 NEG   // Polarität des Stoppereignisses
                    // einstellen
   SENS:TINT:GATE:POL POS  // Gate-Signal-Polarität
                           // einstellen
   SENS:TINT:GATE:SOUR EXT // externe Gate-Quelle
```

Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC



Beim Timing und bei der Synchronisierung mit anderen Geräten können Gate-Signale der Quellen `Time` (intern), `IMMediate` (intern) und `INPut[1]/INPut2` (Chan 1- und Chan 2-Softkeys) zum rückseitigen Gate In/Out-Anschluss geleitet und eine Polarität mit den folgenden Befehlen zugewiesen werden:

`OUTPut[:STATe] {OFF|ON}`
`OUTPut[:STATe]?` `(Abfrageformular)`

`OUTPut:POLarity {NORMal | INVerted}`
`OUTPut:POLarity?` `(Abfrageformular)`

`ON` aktiviert „Gate Out“ – Gate-Signale werden zum rückseitigen BNC-Anschluss geleitet. **`OFF`** deaktiviert "Gate Out" - der BNC-Anschluss ist eine externe Quelle („Gate In“) Deshalb gilt Folgendes: Es muss `OUTPut:STATe` **`OFF`** eingestellt werden, wenn die Gate-Quelle `EXTernal` ist.

`NORMal` – die Polarität der Gate-Signalausgabe aus dem „Gate Out“-BNC-Anschluss ist eine steigende (positive) Flanke. **`INVerted`** – Die Gate-Signalpolarität ist eine fallende (negative) Flanke.

Burst-Trägerfrequenzmessungen

Der Zähler **53230A** mit der **Option 106 oder 115 für Kanal 3**(6-GHz- oder 15-GHz-Mikrowelleneingang) und der **Option 150** für Mikrowellenimpulsmessungen aktiviert die Messung für die Burst-Trägerfrequenz. Eine Trägerfrequenz wird in Abbildung 5-6 dargestellt.

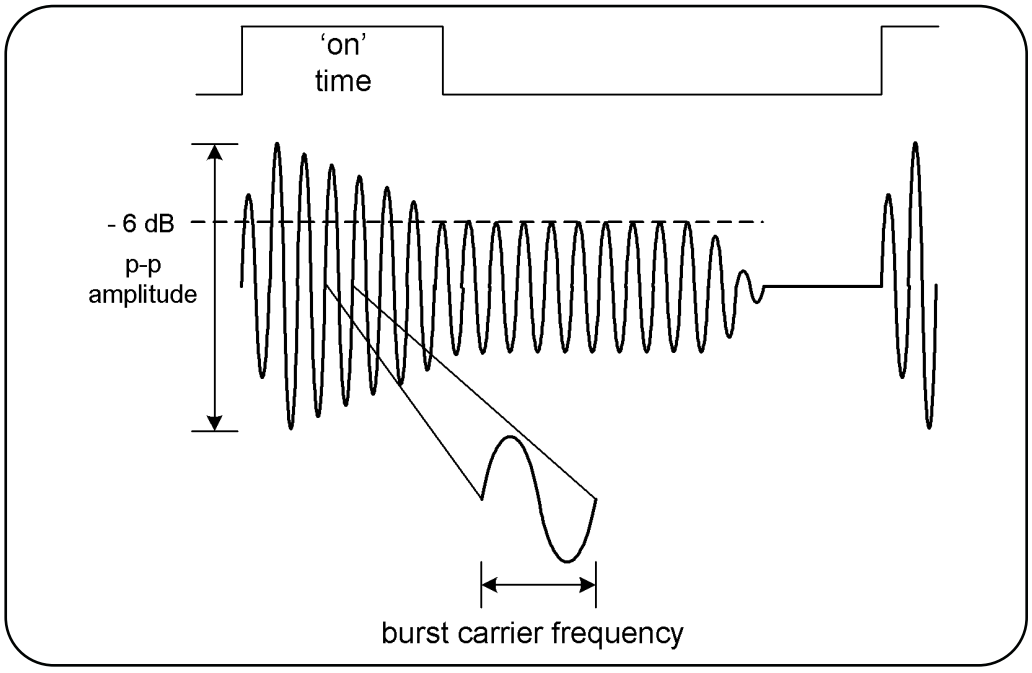
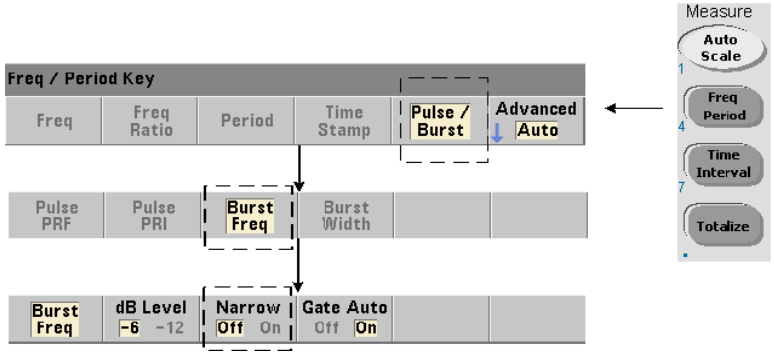


Figure 5-6. Burst-Trägerfrequenz (Schwellenwert -6 dB)

HINWEIS Weitere Informationen zu Burst-Impulsmerkmalen siehe „Empfindlichkeitsschwellenwert für Burst-Messungen“ in Kapitel 4.

Festlegen des Modus für den schmalen Impuls



Bei Trägerfrequenzmessungen für die „Dauer auf der positiven Flanke“ (Abbildung 5-6) mit weniger als 10 µs muss der Modus für den schmalen Impuls mit diesem Befehl festgelegt werden:

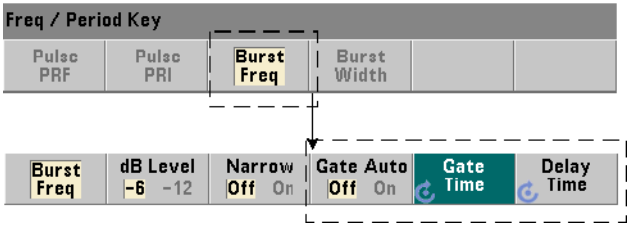
`[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:NARRow {OFF|ON}`
`[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:NARRow?` `(Abfrageformular)`

`ON` - aktiviert den Modus für den schmalen Impuls für die „Dauer auf der positiven Flanke“ von weniger als 10 µs. Die automatische Gate-Einstellung (`SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:AUTO ON`) wird **immer** verwendet, wenn der Modus für den schmalen Impuls aktiviert ist.

`OFF` – deaktiviert den Modus für schmalen Impuls. Bei einer „Dauer auf der positiven Flanke“, die länger als 20 µs ist, **muss** der Modus für den schmalen Impuls deaktiviert werden.

Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird der Modus des schmalen Impulses deaktiviert.

Steuerung des Trägerfrequenz-Gates



Die Gate-Steuerung zum Messen der Trägerfrequenz kann während der Messung automatisch auftreten oder manuell kontrolliert werden, wie in Abbildung 5-7 dargestellt.

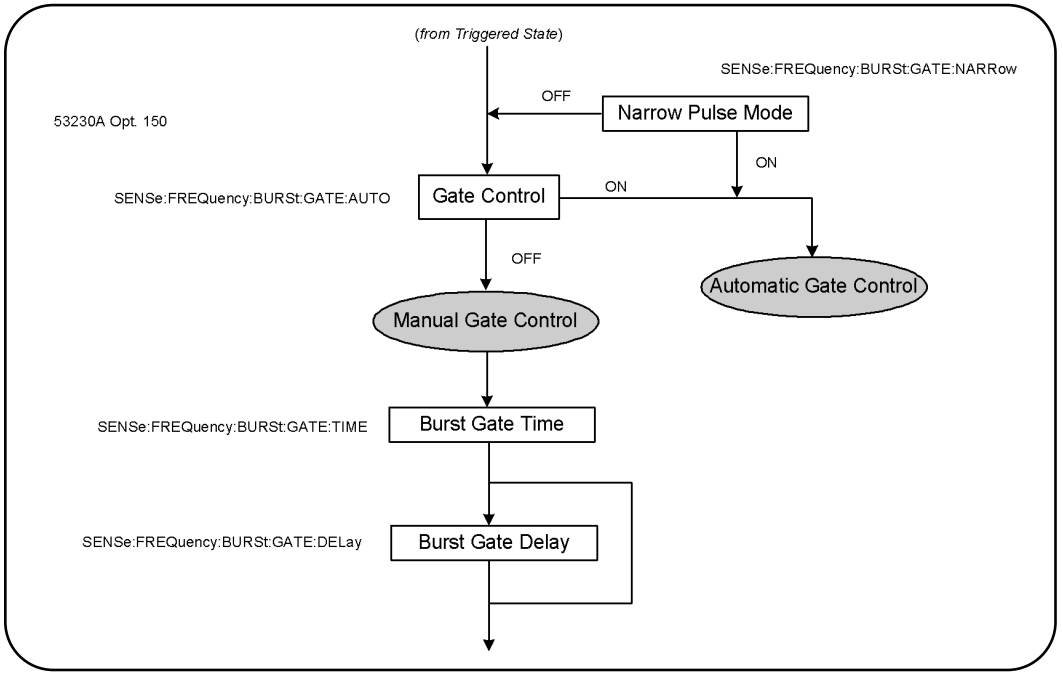


Abbildung 5-7.Gate-Steuerung für die Trägerfrequenzmessung

Die Methode der Gate-Steuerung wird mit folgendem Befehl eingestellt:

[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:AUTO {OFF|ON}
[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:AUTO? (Abfrageformular)

- Bei **ON** wird die Gate-Zeit und -Verzögerung basierend auf dem Merkmal des Impulssignals automatisch konfiguriert. Durch das Zurücksetzen (*RST) oder die Voreinstellung des Geräts (SYSTem:PRESet oder Taste Preset) wird die automatische Gate-Steuerung aktiviert (ON).

Bei **OFF** werden die Gate-Zeit und -Verzögerung mit folgenden Befehlen manuell eingestellt:

[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:TIME {<Zeit>|MINimum|
MAXimum|DEFault}

[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:TIME? [{MINimum|MAXimum|
DEFault}] (Abfrageformular)

[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:DELay
{<Verzögerung>|MINimum|
MAXimum DEFault}

[SENSe:]FREQuency:BURSt:GATE:DELay? [{MINimum|MAXimum|
DEFault}] (Abfrageformular)

- **Zeit** legt die Gate-Zeit für das Messen der Impuls-Burst-Trägerfrequenz fest. Um genaue Ergebnisse zu erhalten, muss das Gate-Fenster (offen/geschlossen) innerhalb des Empfindlichkeitsschwellenwerts (-6 dB, -12 dB) liegen. Der Bereich für Zeit lautet:

1 µs bis 100 s mit einer Auflösung von 10 ns.

Nach einem Zurücksetzen (*RST) oder einer Gerätevoreinstellung (SYSTem:PRESet oder Taste Preset) wird die Gate-Zeit auf 1 µs festgelegt.

- **Verzögerung** stellt die Gate-Verzögerung beim Start der Messung ein. Die Verzögerung startet, wenn der Eingabepegel den Empfindlichkeitsschwellenwert (-6 dB, -12 dB) erreicht, der mit dem Befehl INPut3:BURSt:LEVel festgelegt wird. Der Bereich für die Verzögerung beträgt 0 s bis 10 s mit einer Auflösung von 10 ns.

Nach einem Zurücksetzen (*RST) oder einer Gerätevoreinstellung (SYSTem:PRESet oder Taste Preset) wird die Verzögerung auf 0,0 s festgelegt.

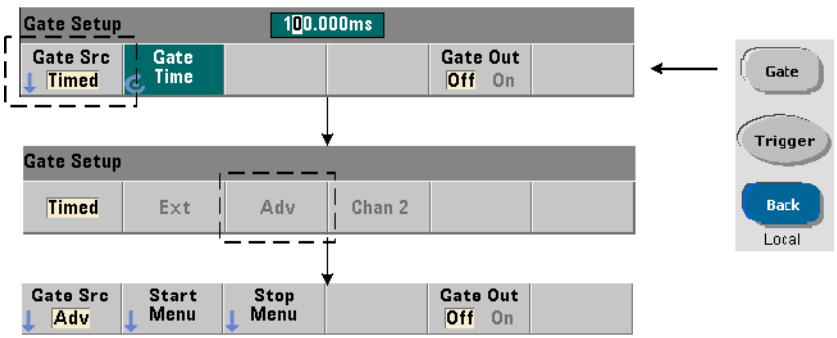
Beispiele für Trägerfrequenzkonfigurationen

Im folgenden Beispiel wird eine typische Konfiguration für eine Burst-Trägerfrequenzmessung dargestellt. In diesem Beispiel werden die Gate-Verzögerung und die Gate-Zeit manuell eingestellt. Wenn die Merkmale des Impulses unbekannt sind, kann die „Dauer auf der positiven Flanke“ separat gemessen werden, damit sichergestellt ist, dass die Verzögerung und die Zeit sich im Bereich des Empfindlichkeitsschwellenwerts befinden (weitere Beispiele für Impulsmessungen siehe Kapitel 3).

```
// Zeit auf der positiven Flanke des Bursts messen, um
// entsprechende Verzögerung und Gate-Zeiten zu bestimmen
CONF:PWID:BURS (@3)
   INP3:BURS:LEV -6
READ?
.
.
```

```
// Burst-Trägerfrequenz messen
CONF:FREQ:BURS (@3)
   INP3:BURS:LEV -6    // Empfindlichkeitsschwellenwert
                       // einstellen
   SENS:FREQ:BURS:GATE:NARR OFF // Modus für den schmalen
                                // Impuls deaktivieren
   SENS:FREQ:BURS:GATE:AUTO OFF // Verzögerung/Zeit manuell
                                // einstellen
   SENS:FREQ:BURS:GATE:DEL 5E-6 // Gate-Verzögerung
                                // einstellen
   SENS:FREQ:BURS:GATE:TIME 10E-6 // Gate-Zeit einstellen
READ?
```

Erweiterte Gate-Steuerung – Gate-Start



Beim Einstellen der Gate-Quelle auf `ADVanced` während der Konfiguration von Frequenz, Summierung und Zeitintervallmessungen aktiviert die **erweiterte** (Start-/Stopp-)Steuerung des Mess-Gates. In Abbildung 5-8 wird der Abschnitt der Gate-Startquelle des vollständigen Trigger-/Gate-Zyklus in Abbildung 5-2 wiederholt.

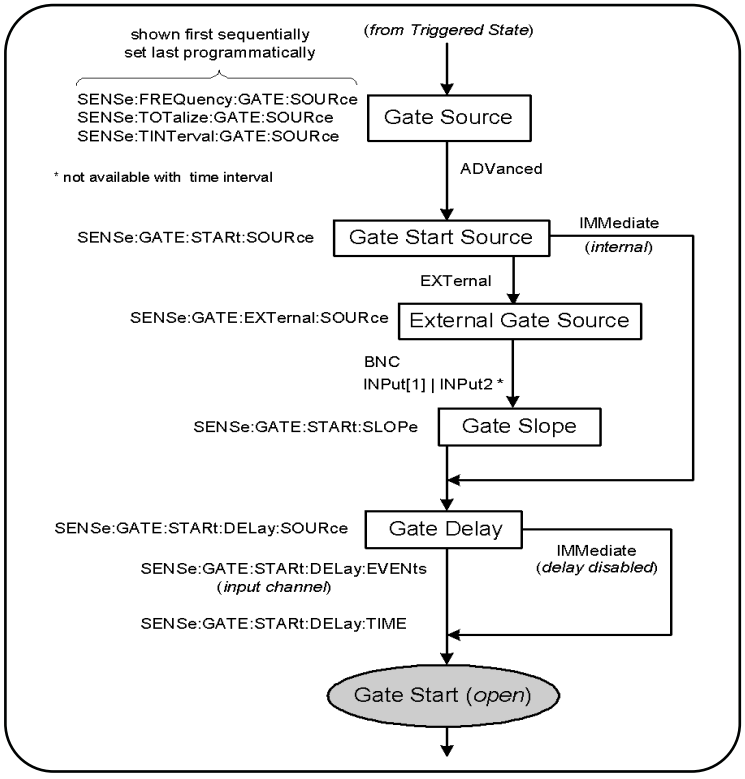
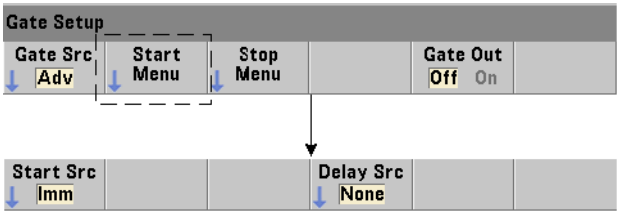


Abbildung 5-8. Gate-Startsequenz

Gate-Startquelle



Der Befehl zum Einstellen der Gate-Startquelle (geöffnet) lautet:

```
[SENSe:]GATE:STARt:SOURce {IMMediate|EXTernal}
[SENSe:]GATE:STARt:SOURce?                    (Abfrageformular)
```

- Gate-Quelle **IMMediate** startet (öffnet) das Mess-Gate unmittelbar nach Erhalt eines Systemtriggers und nach der programmierten Systemtriggerverzögerung und Gate-Start-verzögerung.

- Gate-Quelle **EXTernal** stellt die Gate-Quelle mit dem folgenden Befehl ein:

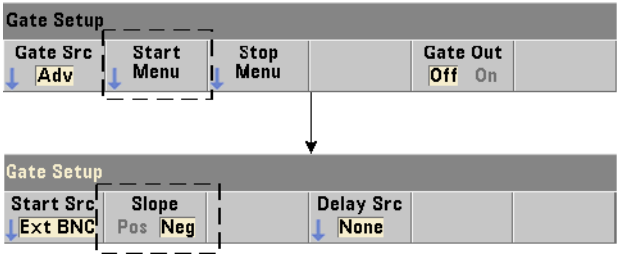
```
[SENSe:]GATE:EXTernal:SOURce  {BNC|INPut[1]|INPut2}
[SENSe:]GATE:EXTernal:SOURce?                 (Abfrageformular)
```

- Gate-Startquelle **BNC** ist der rückseitige „Gate In/Out“-BNC-Anschluss des Zählers.

- Gate-Quelle **INPut[1]** und **INPut2** (Softkeys Chan 1 und Chan 2) sind die Kanal-1- und Kanal-2-Eingänge des Zählers. **Diese Quellen stehen für Messungen von Zeitintervallen, Pulsbreiten, Tastverhältnissen, Anstiegs-/Abfallzeiten oder Phasen nicht zur Verfügung**.

HINWEIS `OUTput:STATe` **OFF** muss bei Verwendung der Gate-Quelle **BNC** eingestellt werden. Weitere Informationen hierzu sowie zur Verwendung von Gate-Signalen zum Synchronisieren anderer Geräte siehe „Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC“.

Polarität eines externen Gate-Startsignals



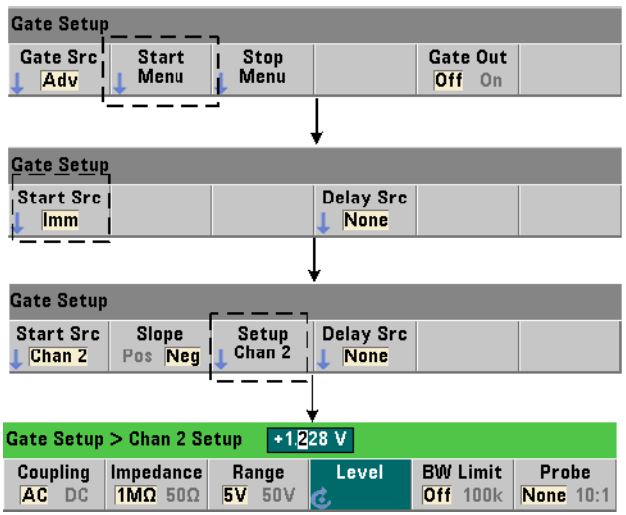
Wenn externe Gate-Quellen verwendet werden, wird die Polarität des Start-Gate-Signals mit folgendem Befehl eingestellt (geändert):

```
[SENSe:]GATE:STARt:SLOPe {POSitive|NEGative}
[SENSe:]:GATE:START:SLOPe?                    (Abfrageformular)
```

POSitive startet (öffnet) das Gate auf der positiven Flanke am „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang. **NEGative** startet die Messung auf der negativen Flanke am „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang. Das Gate wird gestoppt (geschlossen) mithilfe der entsprechenden Stopp-Gate-Einstellungen.

Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird die negative Flanke ausgewählt.

Schwellenwert eines externen Gate-Startsignals



Für die externen Quellen `INPut[1]` und `INPut2` (Softkeys Chan 1 und Chan 2) muss zusätzlich zur Gate-Signalflanke eine **feste** Eingangsschwellenwertspannung angegeben werden. Dies erfolgt mit dem Befehl:

INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute] {<Volt>|MINimum|MAXimum|DEFault}

INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute]?[{MINimum|MAXimum|DEFault}] (Abfrageformular)

Die angegebene, den Schwellenwert kreuzende Flanke (Anstieg) des Gate-Signals startet das Gate. (Weitere Informationen zum INPut-Subsystem siehe Kapitel 4 unter „53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung“.)

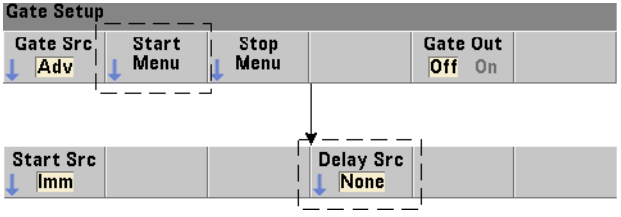
Bei Verwendung der externen Quellen`INPut[1]` und `INPut2` kann der als Gate-Quelle ausgewählte Kanal nicht mit dem Kanal identisch sein, auf dem das **gemessene** Signal eingeht. Der Gate-Startquellenkanal kann also nicht in die Messung einbezogen werden.

Beispiel einer Gate-Start-Konfiguration

Im folgenden Beispiel wird eine Low-Level-Benutzersteuerung des Start-Gates durch Einstellen mehrerer Parameter dargestellt.

```
// Zähler für die externe torgesteuerte Frequenzmessung
// konfigurieren. Das Gate-Startsignal ist auf der
// Rückseite des "Gate In"-BNC-Anschlusses vorhanden
CONF:FREQ (@2)   // Frequenzmessung auf Kanal 2
   TRIG:SOUR INT  // interne Triggerquelle verwenden
   SAMP:COUN 3    // 3 Messwerte (Gate-Zyklen) erfassen
   SENS:GATE:STAR:SOUR EXT  // externe Gate-Quelle
                            // einstellen
   SENS:GATE:EXT:SOUR EXT   // rückseitigen "Gate In"-BNC-
                            // Anschluss wählen
   OUTP:STAT OFF            // BNC als Ausgang deaktivieren
   SENS:GATE:STAR:SLOP POS  // als pos. Start-Gate-Flanke
                            // einstellen
   SENS:FREQ:GATE SOUR ADV  // Low-Level-Gate-Steuerung
```

Einstellen einer Gate-Startverzögerung



Wenn entweder ein internes (unmittelbares) oder ein externes Signal zum Starten (Öffnen) des Gates verwendet wird, kann eine Verzögerung ab Empfang des Signals bis zum Start (Öffnen) des Gates festgelegt werden. Die Verzögerungsquelle und ihre Parameter werden mit den folgenden Befehlen eingestellt:

[SENSe:]GATE:STARt:DELay:SOURce {IMMediate|EVENts|TIME}
[SENSe:]GATE:STARt:DELay:SOURce? (Abfrageformular)

- Verzögerungsquelle **IMMediate** deaktiviert die Verzögerungseinstellungen und es tritt keine **Gate**-Verzögerung auf. CONFigure und MEASure ändern die Einstellung der Verzögerungsquelle nicht. Durch das Zurücksetzen (*RST) oder die Voreinstellung des Geräts (SYSTem:PRESet oder Taste Preset) wird die Verzögerungsquelle IMMediate ausgewählt.

- Verzögerungsquelle **EVENts** verzögert den Gate-Start (Gate-Öffnung) so lange, bis eine festgelegte Anzahl an Ereignissen (Flanken), die durch das Subsystem INPut konfiguriert werden, am **Eingangskanal** auftritt. Bei Zweikanal-Zeitintervallmessungen werden Verzögerungsereignisse am Startkanal gezählt. Bei Frequenzverhältnismessungen werden Verzögerungsereignisse am Nennerkanal gezählt.

Die Anzahl der Ereignisse wird mit folgendem Befehl angegeben:

[SENSe:]GATE:STARt:DELay:EVENts {<Zähler>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SENSe:]GATE:STARt:DELay:EVENts? (Abfrageformular)

- Verzögerungsquelle **ZEIT** verzögert den Gate-Start (Gate-Öffnung) um die Zeit, die mit folgendem Befehl angegeben wird:

[SENSe:]GATE:STARt:DELay:TIME {<Zeit>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SENSe:]GATE:STARt:DELay:TIME? (Abfrageformular)

Erweiterte Gate-Steuerung – Gate-Stopp-Holdoff und Gate-Stopp

Die erweiterte Gate-Steuerung umfasst (optional) die Aktivierung eines Gate-Stopp-Holdoffs und die Einstellung der Gate-Stopp-Parameter (geschlossenes Gate). In Abbildung 5-9 wird der Abschnitt des Gate-Stopp-Holdoffs und des Gate-Stopps des vollständigen Trigger-/Gate-Zyklus in Abbildung 5-2 wiederholt.

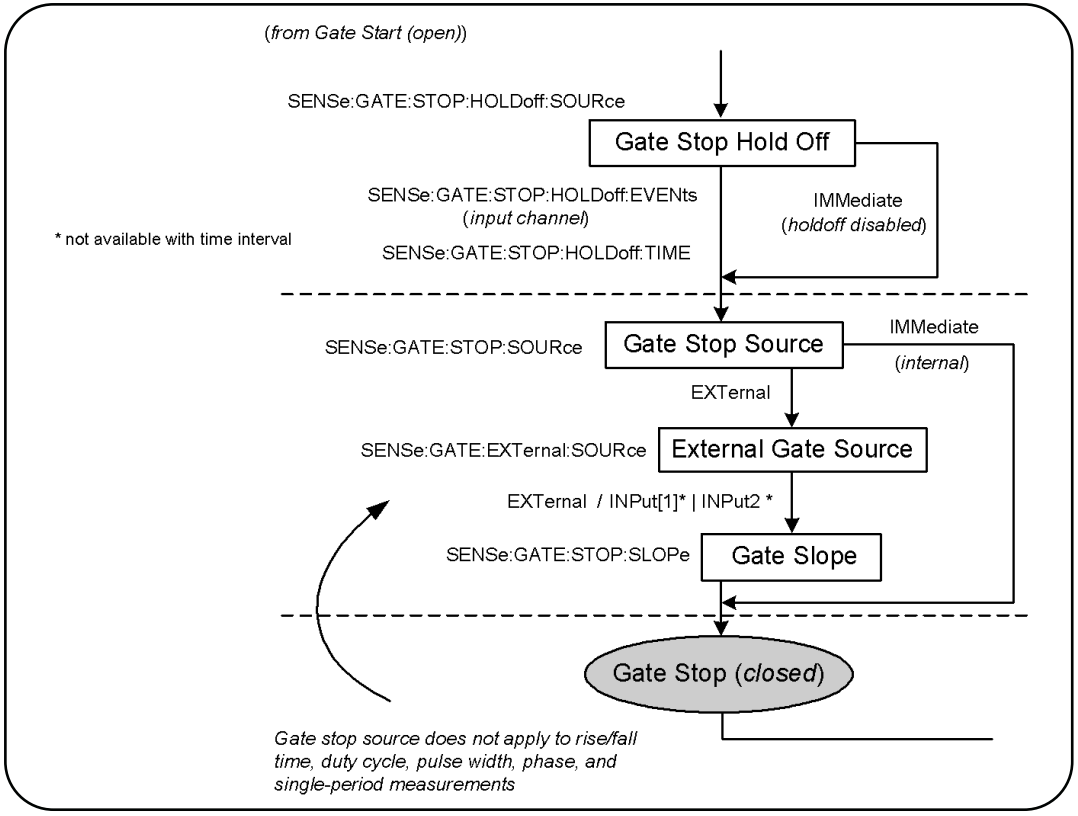


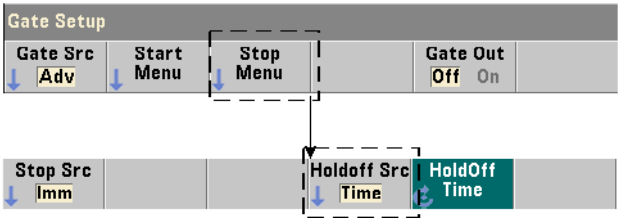
Abbildung 5-9. Gate-Stopp-Holdoff und Gate-Stoppsequenz

Gate-Stopp-Holdoff

Der Gate-Stopp-Holdoff verzögert das Stoppen (Schließen) für einen angegebenen Zeitraum oder bis eine angegebene Anzahl an Ereignissen (Flanken) am **Eingangskanal** aufgetreten sind.

Bei summierten Messungen oder bei Angabe einer Holdoff-Zeit beginnt der Holdoff, wenn das Gate **öffnet**. Bei allen anderen Messungen oder bei Angabe eines Holdoffs für eine Anzahl von Eingangsereignissen beginnt der Holdoff am *ersten Ereignis nach* dem **Öffnen** des Gates (Abbildung
5-1).

Gate-Stopp-Holdoff-Quelle



Die Quelle für den Gate-Stopp-Holdoff und ihre Parameter werden mit den folgenden Befehlen angegeben:

`[SENSe:]GATE:STOP:HOLDoff:SOURce {IMMediate|EVENts|TIME}`
`[SENSe:]GATE:STOP:HOLDoff:SOURce?` `(Abfrageformular)`

- Holdoff-Quelle **`IMMediate`** deaktiviert die Holdoff-Einstellungen und es tritt kein **Gate-Holdoff** auf. Das Gate schließt unmittelbar, nachdem die Gate-Stopp-Parameter erfüllt wurden.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Einstellung der Holdoff-Quelle nicht. Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird die Holdoff-Quelle `IMMediate` ausgewählt (deaktiviert).

- Holdoff-Quelle **`EVENts`** sperrt den Gate-Stopp (Gate-Schließung) so lange, bis eine festgelegte Anzahl an Ereignissen (Flanken), die durch das Subsystem `INPut` konfiguriert werden, am **Eingangskanal** auftritt. Bei Zweikanal-Zeitintervallmessungen werden Sperrereignisse am Stoppkanal gezählt. Bei Frequenzverhältnismessungen werden Sperrereignisse am Nennerkanal gezählt.

Die Anzahl der Ereignisse wird mit folgendem Befehl angegeben:

[SENSe:]GATE:STOP:HOLDoff:EVENts {<Zähler>|MINimum|MAXimum|DEFault}

[SENSe:]GATE:STOP:HOLDoff:EVENts? (Abfrageformular)

- Holdoff-Quelle **ZEIT** sperrt den Gate-Stopp (Gate-Schließung) um die Zeit, die mit folgendem Befehl angegeben wird:

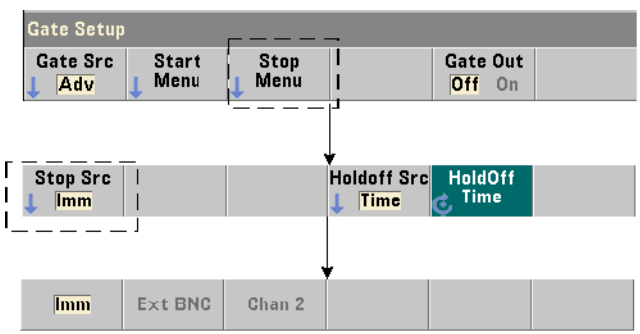
[SENSe:]GATE:STOP:HOLDoff:TIME {<Zeit>|MINimum|MAXimum|INFinity|DEFault}

[SENSe:]GATE:STOP:HOLDoff:TIME? (Abfrageformular)

Hinweis: Bei Messungen von Frequenz, Frequenzverhältnis, Durchschnittsperiode, PRF und PRI beträgt die Mindest-Holdoff-Zeit für den Gate-Stopp (Gate-Schließung) für den 53220A 100 usec und für den 53230A 1 usec.

INFinity oder **+9.9E+37** werden **nur** für die Messfunktion „TOTalize“ akzeptiert. Wenn diese Option ausgewählt wird, bleibt das Gate so lange offen, bis der Befehl „ABORt“ oder „*RST“ empfangen wurde oder das Gerät zurückgesetzt wird.

Gate-Stoppquelle



Die Gate-Stoppquelle bestimmt, wann das Mess-Gate **nach** einem Stopp-Holdoff geschlossen wird.

HINWEIS Das Einstellen einer Gate-Stoppquelle umfasst keine Messungen von Anstiegs-/Abfallzeiten, Tastverhältnissen, Pulsbreiten, Phasen und Einzelperioden. Diese Messungen werden auf der nächsten entsprechenden Flanke am Eingangskanal automatisch abgeschlossen.

Der Befehl zum Einstellen der Gate-Stoppquelle lautet:

```
[SENSe:]GATE:STOP:SOURce {IMMediate|EXTernal}
[SENSe:]GATE:STOP:SOURce?                    (Abfrageformular)
```

- Gate-Quelle **IMMediate** stoppt (schließt) das Mess-Gate unmittelbar nach dem Gate-Stopp-Holdoff.

- Gate-Quelle **EXTernal** stellt die Gate-Stoppquelle mit dem folgenden Befehl ein:

```
[SENSe:]GATE:EXTernal:SOURce  {EXTernal|INPut[1]|INPut2}
[SENSe:]GATE:EXTernal:SOURce?          (Abfrageformular)
```

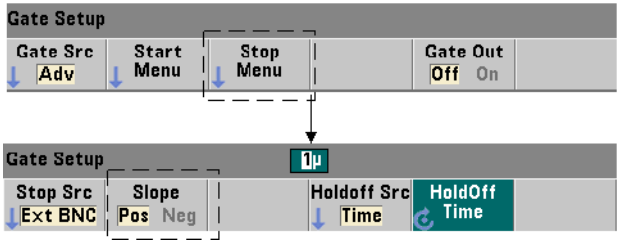
- Gate-Startquelle **EXTernal** ist der rückseitige „Gate In/Out“-BNC-Anschluss des Zählers.

- Gate-Quelle **INPut[1]** und **INPut2** (für Zeitintervallmessungen nicht verfügbar) sind die Kanal-1- und Kanal-2-Eingänge des Zählers (vorderes Bedienfeld oder Rückwand - Opt. 201).

HINWEIS `OUTput:STATe` **OFF** muss bei Verwendung der Gate-Quelle **EXTernal** eingestellt werden. Weitere Informationen hierzu sowie zur Verwendung von Gate-Signalen zum Synchronisieren anderer Geräte siehe „Aktivieren von Gate-Signalen am ‘Gate in/Out’-BNC“.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Einstellung der **Gate-Stoppquelle** nicht. Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird die Gate-Stoppquelle `EXTernal` ausgewählt.

Polarität eines externen Gate-Stoppsignals



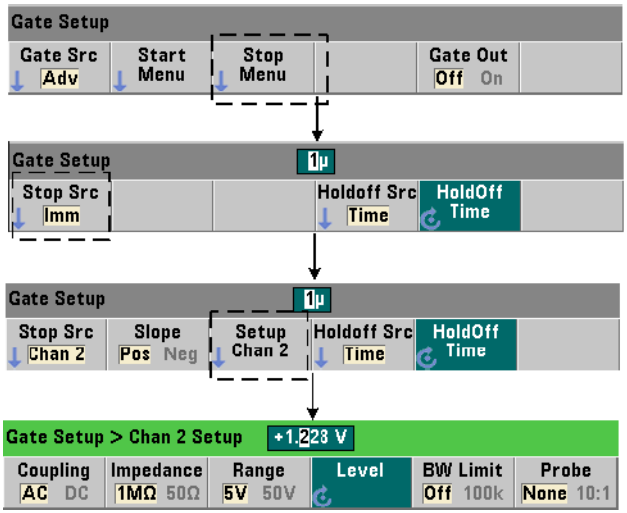
Wenn die oben genannten externen Gate-Quellen verwendet werden, wird die Polarität des Stopp-Gate-Signals mit folgendem Befehl eingestellt (geändert):

```
[SENSe:]GATE:STOP:SLOPe {POSitive|NEGative}
[SENSe:]:GATE:STOP:SLOPe?                    (Abfrageformular)
```

POSitive stoppt (schließt) das Gate auf der positiven Flanke am „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang. **NEGative** stoppt die Messung auf der negativen Flanke am „Gate In/Out“-BNC-Anschluss oder Kanal-1-/Kanal-2-Eingang.

`CONFigure` und `MEASure` ändern die Steigungseinstellung nicht. Durch das Zurücksetzen (`*RST`) oder die Voreinstellung des Geräts (`SYSTem:PRESet` oder Taste Preset) wird die positive Flanke ausgewählt.

Schwellenwert eines externen Gate-Stoppsignals



Für die externen Quellen `INPut[1]` und `INPut2` (Softkeys Chan 1 und Chan 2) muss zusätzlich zur Gate-Signalflanke eine **feste** Eingangsschwellenwertspannung angegeben werden. Dies erfolgt mit dem Befehl:

`INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute] {<Volt>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`INPut[{1|2}]:LEVel[{1|2}][:ABSolute]?[{MINimum|MAXimum|DEFault}]` `(Abfrageformular)`

Die angegebene, den Schwellenwert kreuzende Flanke (Anstieg) des Gate-Signals stoppt das Gate. (Weitere Informationen zum `INPut`-Subsystem siehe Kapitel 4 unter „53220A/53230A Eingangssignalkonditionierung“.)

Bei Verwendung der externen Quellen`INPut[1]` und `INPut2` kann der als Gate-Quelle ausgewählte Kanal nicht mit dem Kanal identisch sein, auf dem das **gemessene** Signal eingeht. Der Gate-Startquellenkanal kann also nicht in die Messung einbezogen werden.

Beispiel für die Gate-Holdoff- und -Gate-Stopp-Konfiguration

Im folgenden Beispiel wird die Sequenz dargestellt, die in der Regel beim Konfigurieren des Stopp-Gate-Holdoffs und des Stopp-Gates mit Low-Level-Befehlen verwendet werden.

```
// Zähler für die externe torgesteuerte Frequenzmessung
// konfigurieren. Die Gate-Start- und Gate-Stoppsignale
// sind der rückseitige "Gate-In"-BNC-Anschluss. Gate-
// Schließung wird um 1 Sekunde verzögert, nachdem das
// Stopp-Gate-Signal empfangen wurde.
//
CONF:TINT (@1),(@2) // Zeitintervallmessung Kanal 1/Kanal 2
   TRIG:SOUR INT    // interne Triggerquelle verwenden
   TRIG:COUN 1      // eine Triggerzahl einstellen
   SAMP:COUN 2      // 2 Messwerte (Gate-Zyklen) erfassen
   SENS:GATE:STAR:SOUR EXT  // externe Gate-Quelle
                            // einstellen
   SENS:GATE:EXT:SOUR EXT   // rückseitigen "Gate In"-BNC-
                            // Anschluss wählen
   SENS:GATE:STAR:SLOP POS  // als pos. Start-Gate-Flanke
                            // einstellen
   OUTP:STAT OFF            // BNC als Ausgang deaktivieren
   //
   // Holdoff und Stopp-Gate konfigurieren
   //
   SENS:GATE:STOP:HOLD:SOUR TIME // Holdoff-Quelle
   SENS:GATE:STOP:HOLD:TIME 1  // Geschlossenes Holdoff-
                               // Gate für 1 s
   SENS:GATE:STOP:SOUR EXT // externe Stopp-Gate-Quelle
   SENS:GATE:EXT:SOUR EXT   // rückseitigen "Gate In"-BNC-
                            // Anschluss wählen
   SENS:GATE:STOP:SLOP POS  // pos. Stopp-Gate-Quelle
                            // wählen
   SENS:TINT:GATE SOUR ADV  // Low-Level-Gate-Steuerung
READ?   // Zähler initialisieren und Messwerte erfassen
```

Automatische Gate-Erweiterung

Die automatische Gate-Erweiterung, bei der die Messung an *einer* Flanke (Ereignis) des **Eingangssignals** endet, *nachdem* das Gate geschlossen (gestoppt) wurde, ist inhärent zu den 53220A/53230A **Frequenz**- und **Perioden**-Messungen. Folglich wird die Samplingzahl (`SAMPle:COUNt`) nicht schrittweise erhöht und verursacht auch keine potenzielle Statusänderung im Trigger/Gate-Zyklus (Abbildung 5-2), bis die Gate-Erweiterung abgeschlossen ist.

6
53220A/53230A Mathematische Funktionen, grafische Darstellung und Datenprotokollierung

Mathematische Funktionen 202
- Aktivieren des CALculate1-Subsystems 203
- Glätten von Daten 204
- Skalierungsfunktionen 205
- Statistiken 213
- Grenzüberprüfung 218

Histogramme 222
Trenddiagramme 235
Datenprotokollierung 242
Grafikfunktionen und Messwertspeicher 248

Die Zähler Keysight 53220A/53230A enthalten mathematische Funktionen, mit denen Sie Messwerte skalieren, Grenzen testen und statistische Daten analysieren können. Die grafischen Funktionen des Zählers berechnen Histogramme und Trenddiagramme von **Echtzeit**-Messwerten und zeigen diese an.

In diesem Kapitel wird die Verwendung dieser Funktionen über das SCPI-Subsystem `CALCulate` und mit den Tasten Math, Graph und Data Log auf dem vorderen Bedienfeld beschrieben.

Mathematische Funktionen

Die mathematischen Funktionen des 53220A/53230A umfassen Glättung, Null/ Skalierung, Statistiken und Grenzüberprüfung. In Abbildung 6-1 wird beschrieben, wie die Funktionen aktiviert werden.

Die mathematischen Funktionen werden auf zwei Ebenen aktiviert: 1) das `CALCulate[1]`-Subsystem als Ganzes wird aktiviert, und 2) eine einzelne mathematische Funktion wird aktiviert. Die math. Berechnungen beginnen, sobald die Messungen über `INITiate:IMMediate` oder `READ?` gestartet wurden, oder wenn die Berechnung über das vordere Bedienfeld (mit interner Triggerung) ausgewählt wurde. Messwerte werden in Echtzeit verarbeitet und angezeigt. Sie werden in einem Messwertspeicher gespeichert und an den Ausgabepufferspeicher gesendet (sie werden nicht aus dem Messwertspeicher nachverarbeitet).

Die Anzahl der verarbeiteten Messwerte für einen vorgegebenen Triggerzyklus (Kapitel 5: „Triggern und Gating“) wird vom Triggerzähler (`TRIGger:COUNt`) und der Anzahl an Messwerten pro Trigger (`SAMPle:COUNt`) festgelegt. **Die standardmäßige von jedem Befehl eingestellte Trigger- und Samplingzahl ist '1'**. Bei jeder neuen Initiierung des Zählers wird der Messwertspeicher gelöscht und ein neuer mit mathematischen Operationen verarbeiteter Datensatz wird erzeugt. Über das vordere Bedienfeld werden die Messwerte kontinuierlich verarbeitet, wenn die Triggerquelle auf der Standardeinstellung `INTernal` verbleibt.

Die in diesem Kapitel beschriebenen mathematischen und grafischen Funktionen werden einzeln aktiviert (Abb. 6-1). Es können jedoch mehrere Operationen gleichzeitig aktiviert und auf den selben Messwertdatensatz angewendet werden.

HINWEIS Die in diesem Kapitel aufgelisteten SCPI-Befehle und Parameter dienen als Anleitung, um zu verstehen, wie der Zähler im Programmbetrieb funktioniert. Die Befehle werden ausführlich im Abschnitt ‘Programmer’s Reference’ der Keysight 53210A/53220A/ 53230A Product Reference CD beschrieben.

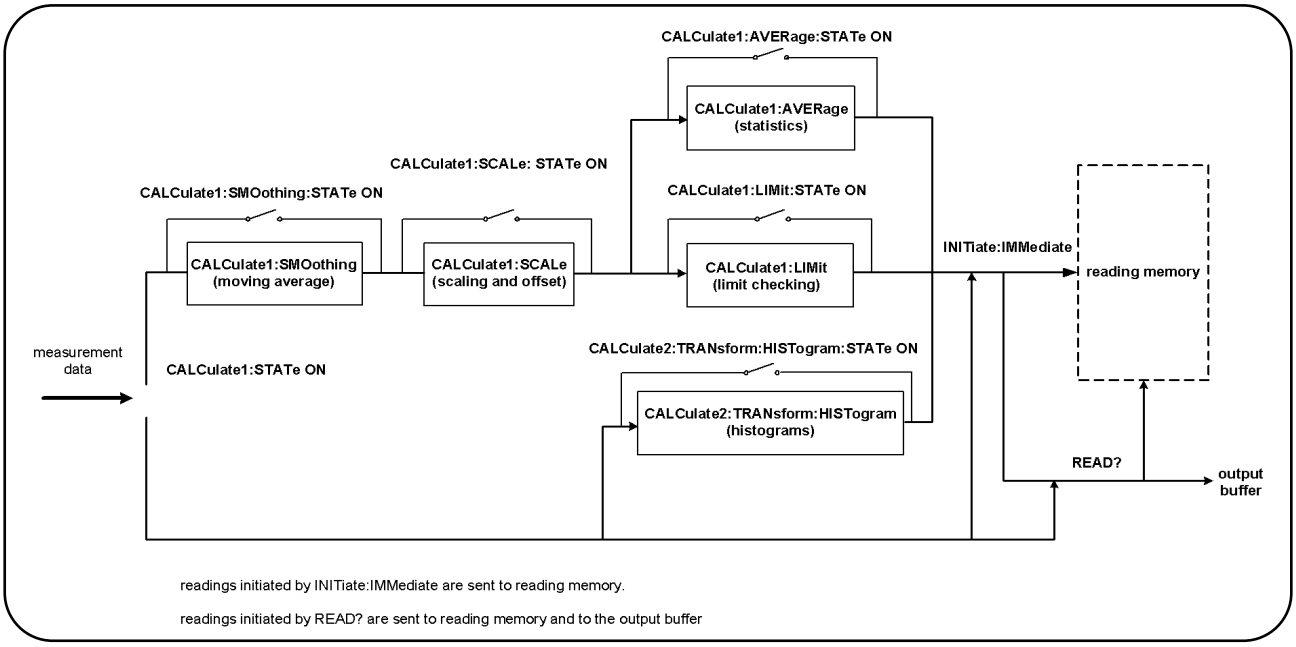


Abb. 6-1. Aktivieren der mathematischen Berechnungen

Aktivieren des CALculate1-Subsystems

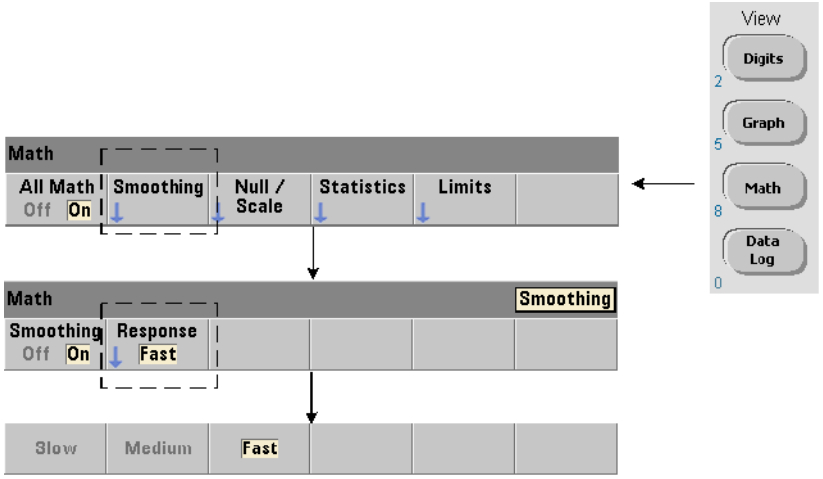
Damit die einzelnen mathematischen Berechnungen ausgeführt werden, müssen das `CALCculate1`-Subsystem **und** die gewünschte mathematische Funktion aktiviert sein. Mit dem folgenden Befehl wird das `CALCulate1`-Subsystem aktiviert:

`CALCulate[1][:STATe] {OFF|ON}`
`CALCulate[1][:STATe]?` `(Abfrageformular)`

`ON` aktiviert das Subsystem, **`OFF`** deaktiviert das Subsystem. Wenn das **Subsystem deaktiviert** ist, werden Messdaten direkt in den Ausgabepufferspeicher oder den Messwertspeicher gesendet, ohne dass mathematische Berechnungen durchgeführt wurden, **unabhängig davon, ob einzelne math. Funktionen aktiviert sind**.

Durch Zurücksetzung (`*RST`), Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) oder Änderung der Messfunktion wird das `CALCulate1`-Subsystem deaktiviert.

Glätten von Daten



Messungen können "geglättet" und skaliert werden, bevor mathematische Berechnungen auf die empfangenen Daten angewendet werden.

Um **Rauschen zu reduzieren**, kann ein Filter für gleitenden Mittelwert (Boxcar) in den Datenpfad eingefügt werden (Abb. 6-1). Die folgenden Befehle werden zum Aktivieren des Filters und Angeben der zu mittelnden Messwertanzahl (Teilmenge) verwendet:

```
CALCulate[1]:SMOothing[:STATe] {OFF|ON}
CALCulate[1]:SMOothing[:STATe]?          (Abfrageformular)

CALCulate[1]:SMOothing:RESPonse {SLOW|MEDium|FAST}
CALCulate[1]:SMOothing:RESPonse?         (Abfrageformular)
```

ON aktiviert den Filter und positioniert ihn im Datenpfad. **OFF** deaktiviert den Filter. Durch Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird der Filter deaktiviert.

Die Anzahl an zu mittelnden Messwerten wird folgendermaßen angegeben:

SLOW - 100 Messwerte: mit ± 100 ppm Änderung zum Zurücksetzen des Filters erforderlich
MEDium - 50 Messwerte: mit ± 300 ppm Änderung zum Zurücksetzen des Filters erforderlich
FAST - 10 Messwerte: mit ± 1000 ppm Änderung zum Zurücksetzen des Filters erforderlich

Der Filter wird zurückgesetzt, wenn die Messfunktion oder der Messkanal geändert wird, wenn ein neuer Messwertsatz gestartet wird, oder wenn eine Messung außerhalb des angegebenen Messwertanzahlbereichs (`SLOW`, `MEDium`, `FAST`) liegt.

Nachdem der Filter zurückgesetzt wurde, entspricht der Messwert dem Durchschnitt aller Messwerte bis zur angegebenen Rückmeldung (10, 50, 100). An diesem Punkt ist der Messwert der gleitende Mittelwert der letzten 10, 50, 100 Messungen. Für alle Messungen wird im Durchschnitt die gleiche Gewichtung angewendet.

Durch Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird die Rückmeldung auf `FAST` gesetzt.

Beispiel für Glättung

```
//Frequenzmessung des erwarteten 1 kHz-Signals - Kanal 1
//Rauschreduzierung bei 5.000 Messwerten
CONF:FREQ 1E3,(@1)
   SAMP:COUN 5000     // 5000 Messwerte erfassen
   CALC:STAT ON       // CALCulate1-Subsystem aktivieren
   CALC:SMO:STAT ON   // Filter für gleitenden Mittelwert
                      // aktivieren
   CALC:SMO:RESP SLOW // 100 Messwerte mitteln
INIT
```

Skalierungsfunktionen

Wenn die Skalierung **aktiviert** ist, werden für statistische Analysen, Grenzüberprüfung, Histogramme und Trenddiagramme **skalierte** Daten verwendet. In Abbildung 6-2 wird die Anzeige mit aktivierter Skalierung angezeigt.

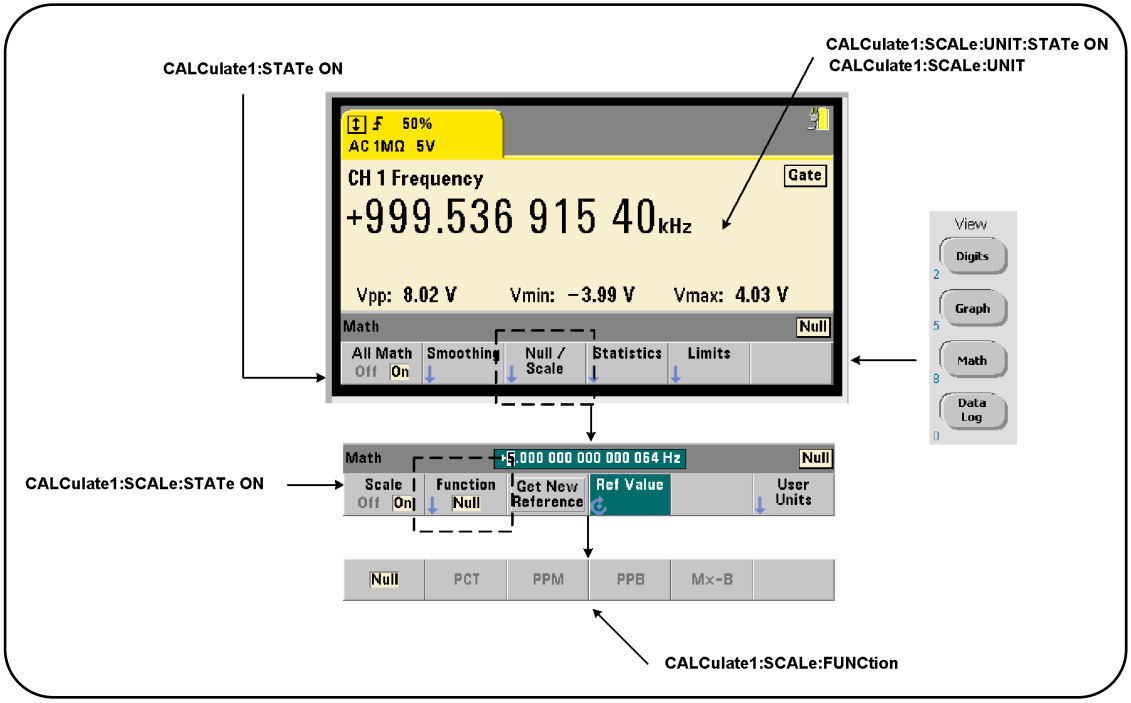


Abb. 6-2. 53220A/53230A Anzeige mit aktivierten Skalierungsfunktionen

Aktivieren der Skalierungsfunktionen

Alle 53220A/53230A Skalierungsfunktionen werden mit folgendem Befehl aktiviert:

`CALCulate[1]:SCALe[:STATe] {OFF|ON}`
`CALCulate[1]:SCALe[:STATe]?` (`Abfrageformular`)

`ON` aktiviert die Skalierung. **`OFF`** deaktiviert die Skalierung.

Durch Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird das Skalieren deaktiviert.

Verwenden der Skalierungsfunktionen

Die Skalierungsfunktionen des Zählers umfassen Null, Prozentsatzänderung (PCT),

Teil-pro-Million-Änderung (PPM), Teil-pro-Milliarde-Änderung (PPB) und Skalieren (Mx-B). Die Funktion wird mit folgendem Befehl ausgewählt:

CALCulate[1]:SCALe:FUNCtion {NULL|PCT|PPM|PPB|SCALe}
CALCulate[1]:SCALe:FUNCtion? (Abfrageformular)

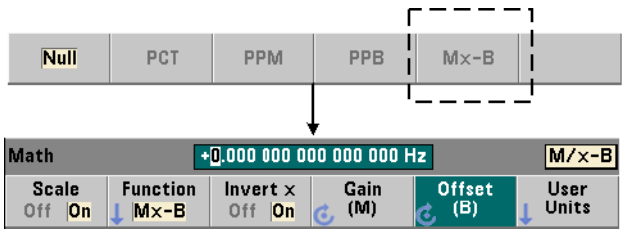
NULL - führt eine Null-Operation durch. Als Ergebnis erhält man die Messung minus den Referenzwert. (Informationen zum Einstellen des Referenzwerts finden Sie unter "Skalierungsreferenzwert ").

PCT - führt eine Prozentsatzänderungsoperation durch. Als Ergebnis erhält man die Differenz zwischen dem Mess- und Referenzwert als Prozentsatz ausgedrückt.

PPM - führt eine PPM-Änderungsoperation durch. Als Ergebnis erhält man die Differenz zwischen dem Mess- und Referenzwert in PPM ausgedrückt.

PPM - führt eine PPB-Änderungsoperation durch. Als Ergebnis erhält man die Differenz zwischen dem Mess- und Referenzwert in PPB ausgedrückt.

SCALe - führt eine Mx-B-Operation durch. Das Ergebnis ist die Messung (x) multipliziert mit dem Verstärkungswert M (Befehl `CALCulate1:SCALe:GAIN`) minus dem Offset-Wert B (`CALCulate1:SCALe:OFFSet`). Wenn `CALCulate1:SCALe:INVert` aktiviert sind (`On`), wird der Messwert zuerst invertiert (1/x), was zu einer M/x-B-Operation führt.



Ergebnisse der Skalierungsfunktion müssen im Bereich `-1.0E+24 bis -1.0E-24`, `0.0` oder `+1.0E-24 bis 1.0E+24` liegen. Ergebnisse außerhalb dieser Grenzen werden durch `-9.9E+37` (negativ unendlich), `0` oder `+9.9E+37` (positiv unendlich) ersetzt.

Nach einer Zurücksetzung (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird die Skalierungsfunktion auf `NULL` gesetzt.

Skalierungsreferenzwert

Die Skalierungsfunktionen `NULL`, `PCT`, `PPM` und `PPB` erfordern einen Referenzwert. Für `PCT`, `PPM` und `PPB` darf der Wert nicht ‘0’ sein. Der Referenzwert kann automatisch festgelegt oder mit den folgenden Befehlen direkt eingegeben werden:

`CALCulate[1]:SCALe:REFerence:AUTO {OFF|ON}`
`CALCulate[1]:SCALe:REFerence:AUTO?` `(Abfrageformular)`

`CALCulate[1]:SCALe:REFerence {<reference>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`CALCulate[1]:SCALe:REFerence? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]`
`(Abfrageformular)`

`ON` - wählt automatisch die erste Messung als Referenz für alle nachfolgenden Messwerte im Messwertzähler aus (Triggerzahl x Samplingzahl). **`OFF`** deaktiviert die automatische Auswahl und erfordert das direkte Angeben der Referenz.

Nach Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) ist die automatische Referenzauswahl aktiviert (`ON`).

<**`reference`**> - gibt den den Referenzwert direkt an. Die Referenz wird für alle Messwerte in der Messwertzählung verwendet.

Nach Zurücksetzung (*RST) oder Gerätevoreinstellung (SYSTem:PRESet) wird der Referenzwert 0,0 eingestellt, und die automatische Referenz wird aktiviert.

Wenn am vorderen Bedienfeld Get New Reference gedrückt wird, wird beim ersten Trigger nach dem Drücken der Taste eine Referenzmessung vorgenommen. Ein Referenzwert kann manuell eingegeben werden, indem Ref Value ausgewählt wird und anschließend mit dem Eingabedrehknopf oder der Umschalttaste und den numerischen Tasten ein Wert angegeben wird.

Referenzbeispiel

```
//Festlegen des Prozentsatzunterschieds von 100 Frequenz
//Messungen zu einem Referenzwert von 50000.000
CONF:FREQ 50E3,(@1)
   SAMP:COUN 100           // 100 Messwerte erfassen
   CALC:STAT ON            // CALCulate1-Subsystem
                           // aktivieren
   CALC:SCAL:STAT ON       // Skalierung aktivieren
   CALC:SCAL:FUNC PCT      // Skalierungsfunktion (PCT)
                           // auswählen
   CALC:SCAL:REF 50.000E3  // Referenzwert einstellen
INIT
```

Skalierung - Verstärkung und Offset

Die Funktion CALCulate[1]:SCALe:FUNCtion SCALe führt eine **Mx-B**-Operation für jeden Messwert aus, wobei **M** der Verstärkungswert, **x** der Messwert und **B** der Offset ist. Der in der Funktion verwendete Verstärkungswert wird mit folgendem Befehl festgelegt:

```
CALCulate[1]:SCALe:GAIN {<gain>|MINimum|MAXimum|DEFault}
CALCulate[1]:SCALe:GAIN? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]
                        (Abfrageformular)
```

Werte für **Verstärkung** liegen in folgenden Bereichen:

-1.0E+15 bis -1.0E-15, 0.0, +1.0E-15 bis +1.0E+15

Die standardmäßige `Verstärkung` ist `1.0`. Dies ist der Wert, der nach einer Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) eingestellt ist.

Der Offset-Wert (**B**) wird mit dem folgenden Befehl festgelegt:

`CALCulate[1]:SCALe:OFFSet {<offset>|MINimum|MAXimum|DEFault}`

`CALCulate[1]:SCALe:OFFSet? [{MINimum|MAXimum|DEFault}]`
`(Abfrageformular)`

Werte für **`Offset`** liegen in folgenden Bereichen:

`-1.0E+15` bis `-1.0E-15`, `0.0`, `+1.0E-15` bis `+1.0E+15`

Der standardmäßige `Offset` ist `0.0`. Dies ist der Wert, der nach einer Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) eingestellt ist.

Invertieren des Messwerts (1/x) Jeder Messwert kann nach dem Erfassen invertiert werden, **bevor** er in der Mx-B-Funktion verwendet wird. Die Funktion sieht dann folgendermaßen aus: **M/x-B**. Die Invertierung wird mit folgendem Befehl aktiviert:

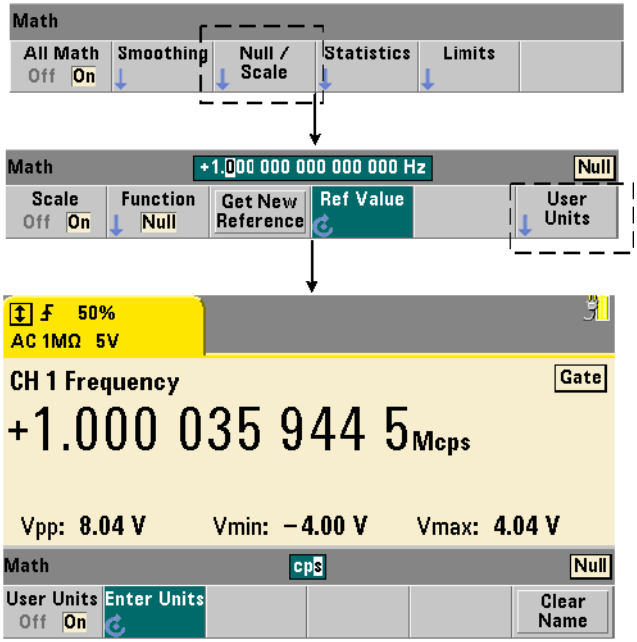
`CALCulate[1]:SCALe:INVert {OFF|ON}`
`CALCulate[1]:SCALe:INVert?` `(Abfrageformular)`

`ON` - invertiert den Messwert. **`OFF`** deaktiviert die Messwertinvertierung.

Durch Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird das Invertieren des Messwerts deaktiviert.

HINWEIS Wenn Invert x aktiviert ist (On), werden die Messwerteinheiten (Hz, Sek.) am vorderen Bedienfeld ausgeschaltet. Siehe „Zuweisen von Messwerteinheiten“, wenn Einheiten angezeigt werden sollen.

Zuweisen von Messwerteinheiten



Zur einfacheren Identifizierung der Messwerte am vorderen Bedienfeld kann jeder Skalierungsfunktion ein benutzerdefinierter "Einheitenstring" zugewiesen werden. Der benutzerdefinierte String ersetzt die vom Gerät zugewiesenen Messeinheiten (Hz, pct, ppm, usw.). Das Einheitenpräfix
(µ, m, k, M) bleibt bestehen.

Der Einheitenstring wird auf dem Zähler angezeigt und mit folgenden Befehlen definiert:

```
CALCulate[1]:SCALe:UNIT:STATe {OFF|ON}
CALCulate[1]:SCALe:UNIT:STATe?          (Abfrageformular)

CALCulate[1]:SCALe:UNIT "<units>"
CALCulate[1]:SCALe:UNIT?          (Abfrageformular)
```

ON - zeigt benutzerdefinierte Einheiten am vorderen Bedienfeld an. **OFF** - schaltet benutzerdefinierte Einheiten aus.

Die **`Einheiten`** sind ein bis vier Zeichen lang. Im Befehl wird der String in doppelten Anführungszeichen eingefügt. Die zugewiesenen Einheiten werden **nur in der Zähleranzeige** angezeigt.

Nach einer Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) sind die benutzerdefinierten Einheiten deaktiviert.

Auf dem vorderen Bedienfeld werden die Einheiten eingegeben, indem auf den Softkey User Units gedrückt wird. Dann werden die Einheiten aktiviert (On) und mit dem Eingabedrehknopf und den Pfeilen werden anschließend die Zeichen eingegeben und die Zeichenposition ausgewählt.

Skalierungsbeispiel

Das folgende Beispiel ist eine typische Sequenz von Skalierungsbefehlen aus dem SCPI-Subsystem `CALCulate[1]`.

```
// Skalieren von 500 Messwerten (M/x-B) und Zuweisen von
// Messwerteinheiten
CONF:FREQ (@1)              // Frequenzmessung
  SAMP:COUN 500             // 500 Messwerte/Trigger
  SENS:FREQ:GATE:TIME .010 // Minimale Gate-Zeit festlegen
  CALC:STAT ON              // CALCulate1-Subsystem
                            // aktivieren
  CALC:SCAL:STAT ON         // Skalierungsoperation
                            // aktivieren
  CALC:SCAL:FUNC SCAL       // Festlegen der
                            // Skalierungsfunktion = Mx-B
  CALC:SCAL:INV ON          // Messwerte (M/x-B) invertieren
  CALC:SCAL:GAIN 100        // Verstärkung (M) einstellen
  CALC:SCAL:OFFS 0          // Offset (B) einstellen
  CALC:SCAL:UNIT:STAT ON    // benutzerdefinierte Einheiten
                            // aktivieren
  CALC:SCAL:UNIT "sec"     // Messwerten Einheiten zuweisen
INIT                        // Messwerte initialisieren
```

Für eine Eingangsfrequenz von 1 MHz zeigt der Zähler Messwerte von annähernd `+100.00... usec` an.

Statistiken

Statistische Berechnungen werden während der Messwerterfassung für Messwerte kontinuierlich ausgeführt, oder bis die Gesamtzahl an Messungen (`TRIGger:COUNt` x `SAMPle:COUNt`) erreicht ist. In diesem Abschnitt werden die Befehle für das Erzeugen von statistischen Daten beschrieben.

Wie bereits beschrieben, können mehrere Operationen gleichzeitig aktiviert werden. Abbildung 6-3 ist ein Beispiel, bei dem Statistiken und Grenzüberprüfung aktiviert sind.

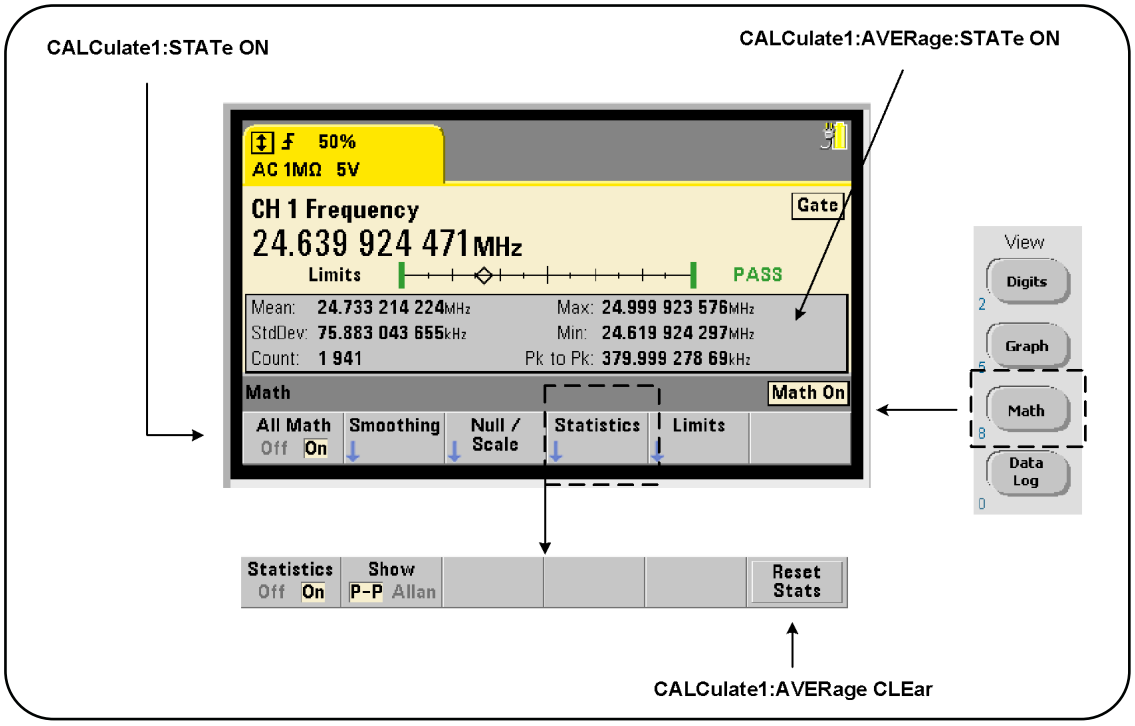


Abbildung 6-3. Zähleranzeige mit aktivierter Grenzüberprüfung und aktivierten Statistiken

Aktivieren von Statistiken

Bevor statistische Berechnungen ausgeführt werden, müssen diese mit folgendem Befehl aktiviert werden:

```
CALCulate[1]:AVERage:STATe {OFF|ON}
CALCulate[1]:AVERage[:STATe]?              (Abfrageformular)
```

ON - aktiviert statistische Berechnungen für Messwerte zum Zeitpunkt der Erfassung dieser Werte. Statistische Daten umfassen: Mittel, Standardabweichung, Allan-Abweichung, Maximalwert, Mindestwert und durchschnittlicher Spitze-zu-Spitze-Wert.

OFF - deaktiviert die statistischen Berechnungen.

Nach einer Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) sind die statistischen Berechnungen deaktiviert.

Messwertzählung

Statistische Berechnungen starten, wenn Math und die Funktion Statistics aktiviert sind. Die Anzahl an Messwerten, auf denen ein bestimmter Statistiksatz basiert, wird als Wert hinter Count angezeigt (Abbildung 6-3). Die Zählung kann mit folgendem Befehl abgefragt werden:

```
CALCulate[1]:AVERage:COUNt:CURRent?
```

Der Zähler kann jederzeit nach Starten der Messungen abgelesen werden (`INITiate:IMMediate`, `READ?`, `MEASure?`).

Durch Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird der Zähler auf '1' gesetzt.

Mittel, Standardabweichung, Mindestwert, Maximalwert

Mittel (Durchschnitt), Standardabweichung, Mindestwert und Maximalwert für die aktuelle Messwertzählung können mit folgendem Befehl festgelegt werden:

CALCulate[1]:AVERage:ALL?

Wenn der Messwert skaliert wurde (siehe "Skalierungsfunktionen") basieren die Statistiken auf den skalierten Messwerten.

Beispiel: Aktivieren und Berechnen von Statistiken

Im folgenden Beispiel werden Mittel, Standardabweichung, Mindestwert und Maximalwert für einen Satz von 500 Messwerten berechnet. Die Triggerzählereinstellung wird der Vollständigkeit halber angezeigt, obwohl sie standardmäßig auf '1' gesetzt ist. Der Ausdruck 'wait' wird eingefügt, um die Analyse zu verzögern, bis **alle** Messungen abgeschlossen sind.

```
CONF:FREQ (@1)              // Frequenzmessung auf Kanal 1
   TRIG:COUN 1              // Triggerzähler ist 1
   SAMP:COUN 500            // 500 Messwerte pro Trigger
   SENS:FREQ:GATE:TIME 10e-3   // 10 ms Gate-Zeit
   CALC:STAT ON             // CALCulate1-Subsystem
                            // aktivieren
   CALC:AVER:STAT ON        // Statistiken aktivieren
INIT                        // initiiert die Messungen
*WAI                        // auf Abschluss aller Messwerte
                            // warten
CALC:AVER:ALL?              // Statistiken berechnen
```

Daten, die bei diesem Befehl typischerweise zurückgegeben werden:

```
        mean                      std. dev
+5.50020355962701E+006   +2.59738014535884E+006

       min value                  max value
+1.04179550991303E+006,  +9.94903904473447E+006
```

Mittelwert, Mindestwert, Maximalwert, durchschnittlicher Spitze-zu-Spitze-Wert

Individuelle Merkmale eines angegebenen Messwertsatzes können mit folgenden Befehlen festgelegt werden: Bevor ein Befehl verwendet werden kann, müssen die Statistiken mit `CALCulate[1]:AVERage:STATe ON` aktiviert werden.

CALCulate[1]:AVERage:AVERage?
- gibt den Durchschnitt (Mittelwert) aller Messwerte in der Messwertzählung zurück.

CALCulate[1]:AVERage:MINimum?
- gibt den Mindestwert aller Messwerte in der aktuellen Messwertzählung zurück.

CALCulate[1]:AVERage:MAXimum?
- gibt den Maximalwert aller Messwerte in der aktuellen Messwertzählung zurück.

CALCulate[1]:AVERage:PTPeak?
- gibt den durchschnittlichen Spitze-zu-Spitze-Wert (durchschnittlicher Maximalwert - durchschnittlicher Mindestwert) aller Messwerte in der Messwertzählung zurück.

Beispiel: Berechnen einzelner Statistiken

Im folgenden Beispiel werden diese Messwertparameter einzeln abgefragt.

```
CONF:PER (@1)              // Periodenmessungen konfigurieren
    TRIG:COUN 2            // Triggerzähler = 2
    SAMP:COUN 100          // 100 Messwerte pro Trigger
    SENS:FREQ:GATE:TIME 10e-3   // 10 ms Gate-Zeit
    CALC:STAT ON           // CALCulate1-Subsystem aktivieren
    CALC:AVER:STAT ON      // Statistiken aktivieren
INIT                       // Messungen starten
*WAI                       // auf Abschluss aller Messwerte
                           // warten
CALC:AVER:MIN?             // einzelne Parameter abfragen
CALC:AVER:MAX?
CALC:AVER:AVER?
CALC:AVER:PTP?
```

Allan-Abweichung

Die Allan-Abweichung wird zur Schätzung der Stabilität verwendet und am vorderen Bedienfeld (Abbildung 6-3) oder mit folgendem Befehl ausgewählt:

CALCulate[1]:AVERage:ADEViation?

Die Allan-Abweichung wird **nur** für **Frequenz**- und **Perioden**-Messungen verwendet. Dazu sind kontinuierliche (lückenlose) Messungen (SENSe:FREQuency:MODE CONTinuous) für höchste Genauigkeit erforderlich. Der kontinuierliche Modus ist nur beim 53230A verfügbar.

Die Allan-Abweichung ist auch beim 53220A verfügbar, allerdings unterstützt der 53220A keine kontinuierlichen (lückenlosen) Messungen.

Beispiel: Einstellen einer Allan-Abweichungsmessung (53230A)

```
CONF:FREQ (@1)              // Frequenzmessung auf Kanal 1
   TRIG:COUN 1              // Triggerzahl festlegen
   SAMP:COUN 300            // 300 Messwerte erfassen
   SENS:FREQ:MODE CONT      // kontinuierlichen lückenlosen
                            // Modus einstellen
   SENS:FREQ:GATE:TIME 1e3  // 1 ms Gate-Zeit
   CALC:STAT ON             // CALCulate1-Subsystem
                            // aktivieren
   CALC:AVER:STAT ON        // Statistiken aktivieren
INIT                        // initiiert die Messungen
*WAI                        // auf Abschluss aller Messwerte
                            // warten
CALC:AVER:ADEV?             // Allan-Abweichung berechnen
```

Standardabweichung

Die Standardabweichung ist für beide Zähler mit folgendem Befehl verfügbar:

CALCulate[1]:AVERage:SDEViation?

Das CALCulate1-Subsystem und die Statistiken müssen auch aktiviert sein, bevor die Standardabweichung festgelegt werden kann.

Löschen/Zurücksetzen von Statistiken

Der aktuelle Satz an Messwertstatistiken wird durch jede der folgenden Aktionen gelöscht:

- Aktivieren von statistischen Funktionen –CALCulate[1]:AVERage[:STATe] ON
- Ein neuer Messzyklus – INITiate:IMMediate, READ?, MEASure?
- Senden eines neuen SCPI-Befehls oder Ändern eines aktuellen SCPI-Parameters
- Zurücksetzen oder Gerätevoreinstellung – *RST, SYSTem:PRESet

Diese Schritte löschen auch **alle Messwerte** im Messwertspeicher. Zum Löschen der Statistiken **ohne** den Messwertspeicher zu löschen, wird folgender Befehl verwendet:

CALCulate[1]:AVERage:CLEar[:IMMediate]

Grenzüberprüfung

Die Grenzüberprüfung ermöglicht das Vergleichen von Zählermessungen an einer Ober- und Untergrenze und für jeden einzelnen Messwert.

Überschrittene Grenzen werden im "Questionable Data"-Register (Bits 11 und 12) gespeichert. Registerdefinitionen werden in Kapitel 8 beschrieben.

Wenn die Grenzüberprüfung aktiviert ist, wird sie in der Zähleranzeige wie in Abbildung 6-4 angezeigt.

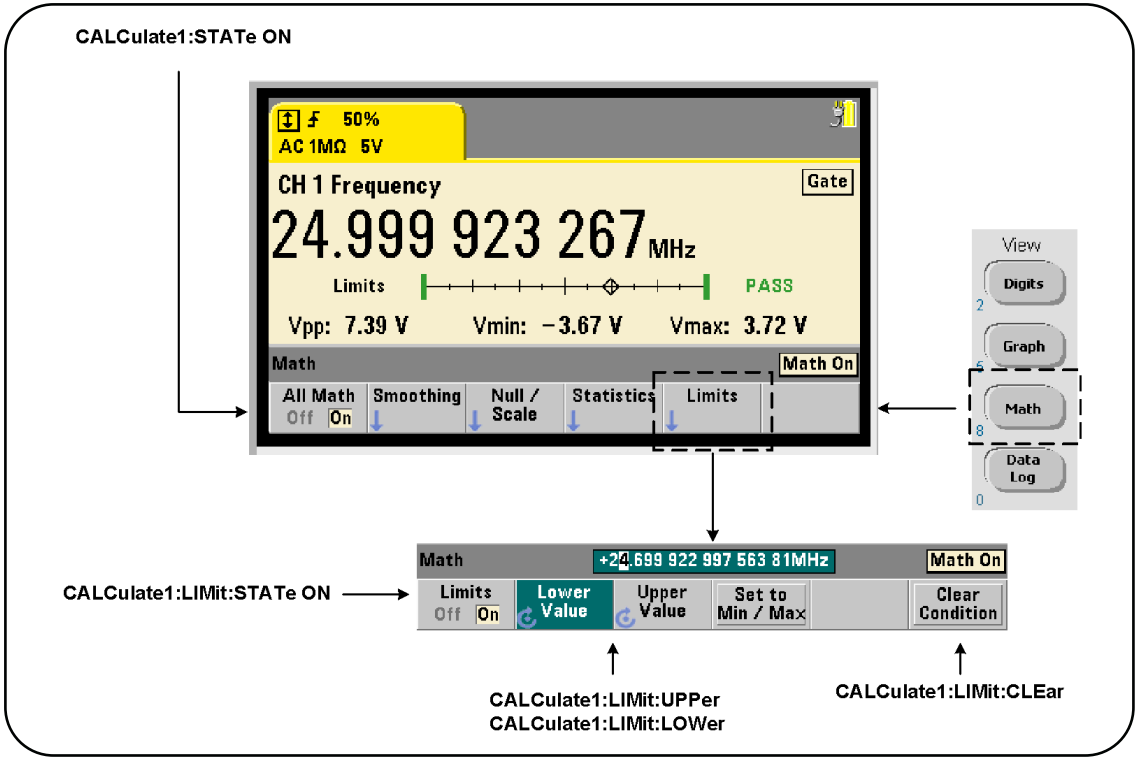


Abbildung 6-4. 53220A/53230A Grenzüberprüfung

Aktivieren der Grenzüberprüfung

Die Grenzüberprüfung wird mit folgendem Befehl aktiviert:

```
CALCulate[1]:LIMit[:STATe] {OFF|ON}
CALCulate[1]:LIMit[:STATe]?                (Abfrageformular)
```

ON - aktiviert die Grenzüberprüfung.

OFF deaktiviert (umgeht) die Grenzüberprüfung. Durch Aktivieren der Grenzüberprüfung werden **sowohl** unterer als auch oberer Grenzwert aktiviert.

Festlegen des unteren und oberen Grenzwerts

Untere und obere Grenzwerte werden mit den folgenden Befehlen festgelegt:

CALCulate[1]:LIMit:LOWer[:DATA] {<value>}|MINimum|MAXimum|DEFault}

CALCulate[1]:LIMit:LOWer[:DATA]? |MINimum|MAXimum| DEFault}
(Abfrageformular)

CALCulate[1]:LIMit:UPPer[:DATA] {<value>}|MINimum|MAXimum|DEFault}

CALCulate[1]:LIMit:UPPer[:DATA]? |MINimum|MAXimum| DEFault}
(Abfrageformular)

Folgende Bereiche sind für unteren und oberen **Grenzwert** verfügbar:

-1.0E+15 bis -1.0E-15, 0.0, 1.0E-15 bis 1.0E+15

Die Standardgrenzwerte und die Grenzwerte, die nach einer Zurücksetzung (*RST) oder einer Gerätevoreinstellung (SYSTem:PRESet) festgelegt werden, sind 0.0.

Bei der Verwendung von Grenzwerten müssen ein unterer Grenzwert **und** ein oberer Grenzwert angegeben werden. **Jeder** der folgenden Schritte verhindert aufgrund der Reihenfolge, in der die Grenzwerte eingestellt werden, einen "Einstellungskonflikt" (z. B. unterer Grenzwert größer als oberer Grenzwert):

- Einstellen des oberen Grenzwerts zuerst
- Einstellen beider Grenzwerte auf der gleichen Zeile im Programm
- Aktivieren des Grenzwerttests *nach* dem Einstellen der Grenzwerte

Um mit dem Programm festzustellen, ob ein Messwert (oder mehrere Messwerte) außerhalb der Begrenzungen aufgetreten ist, wird der Befehl

STATus:QUEStionable:EVENt?

verwendet, um das "Questionable Data"-Register zu prüfen. Ein Wert von +2048 (Bit 11) deutet auf einen Messwert unter dem unteren Grenzwert. Ein Wert von +4096 (Bit 12) deutet auf einen Messwert über dem oberen Grenzwert. Das Lesen des Registers **löscht alle Bits** im Register (siehe "Löschen der Grenzbedingungen").

Beispiel: Grenzüberprüfung

Im folgenden Beispiel wird das Aktivieren und Verwenden der Grenzüberprüfung gezeigt:

```
CONF:FREQ (@1)           // Messung konfigurieren
    SAMP:COUN 500        // Grenze bei 500 Messwerten
                         // prüfen
    CALC:STAT ON         // mathematische Operationen
                         // aktivieren
    CALC:LIM:STAT ON     // Grenzüberprüfung aktivieren
    CALC:LIM:LOW 99.9E3;UPP 100.1E3 // Grenzen einstellen
INIT                     // Messungen starten
*WAI                     // auf Abschluss der Messwerte
                         // warten
STAT:QUES:EVEN?          // "Questionable Data"-Register
                         // abfragen
```

Beachten Sie, dass die Grenzwerte auf der gleichen Zeile festgelegt wurden, um einen Einstellungskonflikt-Fehler zu vermeiden. Dieser Fehler kann auch vermieden werden, wenn die Grenzüberprüfung erst aktiviert wird, *nachdem* die Grenzwerte eingestellt wurden.

Löschen der Grenzbedingungen

Die Signalanzeige ‘Limit’ wird ausgeschaltet, und nur Bits 11 und 12 im "Questionable Data"-Register werden durch einen beliebigen der folgenden Befehle gelöscht:

- Aktivieren der Grenzüberprüfung – CALCulate[1]:LIMit[:STATe] ON
- Ein neuer Messzyklus – INITiate:IMMediate, READ?, MEASure?
- Senden eines neuen SCPI-Befehls oder Ändern eines aktuellen SCPI-Parameters

- Zurücksetzen oder Gerätevoreinstellung – `*RST, SYSTem:PRESet`

Diese Schritte löschen auch **alle Messwerte** im Messwertspeicher. (`*RST` und `SYSTem:PREset` setzen zusätzlich unteren und oberen Grenzwert auf 0.0.)

Um die Signalanzeige 'Limit' auszuschalten und die grenzmessenden Bits (11/12 im Bedingungsregister) zu löschen, **ohne** den Messwertspeicher zu löschen, wird folgender Befehl verwendet:

`CALCulate[1]:LIMit:CLEar[:IMMediate]`

Histogramme

Die Verteilung für einen angegebenen Satz an Zählermessungen (**außer für kontinuierliche Summierung und Zeitstempelmessungen**) kann mit der Histogrammfunktion des 53220A/ 53230A grafisch dargestellt werden. Das folgende Beispiel (Abb. 6-5) stellt das Basisformat eines Zählerhistogramms dar.

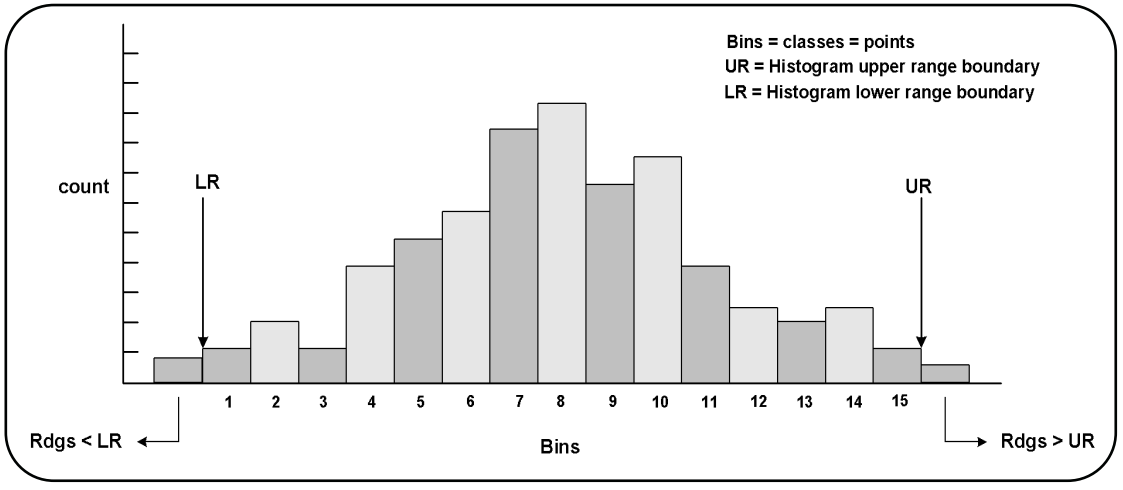
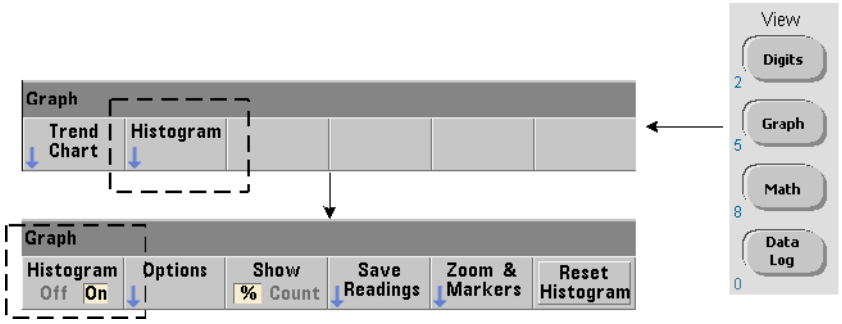


Abbildung 6-5. 53220A/53230A Histogrammstruktur

Beachten Sie, dass Histogramme und mathematische Funktionen (z.B. Statistiken, Skalierung, Grenzwerte usw.) gleichzeitig auf die selben Messdaten angewendet werden können.

Anzeigen von Histogrammen



Wenn das Gerät eingeschaltet oder die Taste Preset am vorderen Bedienfeld gedrückt wird, werden numerische Daten angezeigt. Histogramme können angezeigt werden, wenn der Anzeigemodus mit folgendem Befehl geändert wird:

DISPlay[:WINDow]:MODE {NUMeric|HISTogram|TCHart}
DISPlay[:WINDow]:MODE? (Abfrageformular)

Durch Drücken der Taste Graph und anschließend des Softkeys Histogram werden Histogramme aktiviert und automatisch vom vorderen Bedienfeld aus gestartet. Mit dem Softkey-Menü können Histogramme auch ausgeschaltet werden.

Durch Remote-Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) wird der Anzeigemodus nicht geändert.

Histogramme entsprechen Messwerten im Messwertspeicher - Sie beginnen zu dem Zeitpunkt, an dem das Histogramm **aktiviert** wird und enden, wenn das Produkt aus Triggerzähler (`TRIGger:COUNt`) und Samplingzähler (`SAMPle:COUNt`) erreicht ist. Wenn die Triggerung kontinuierlich ist (intern), wird das Histogramm kontinuierlich ab dem Zeitpunkt aktualisiert, ab dem es aktiviert wurde.

Abbildung 6-6 beschreibt die in einem typischen Histogrammfenster verfügbaren Informationen.

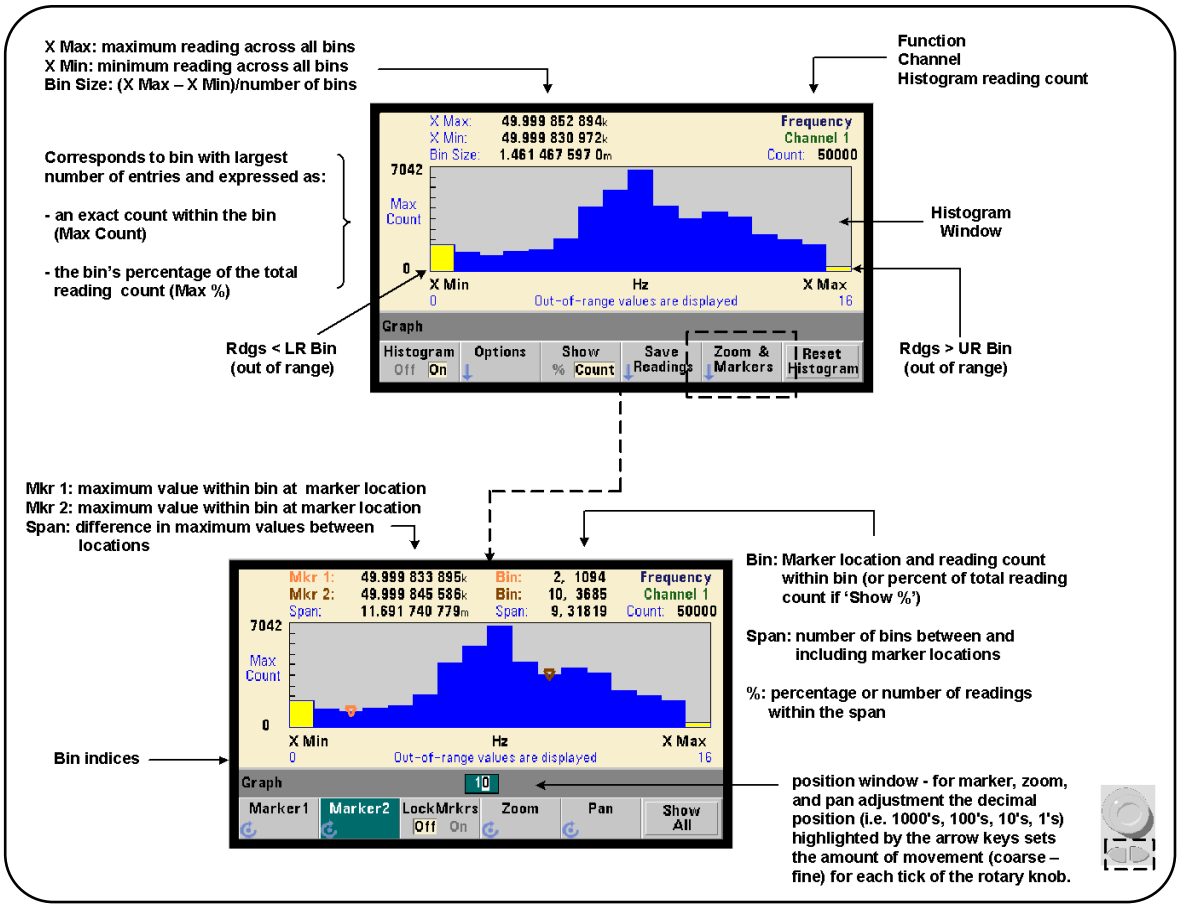

X Max: maximum reading across all bins
X Min: minimum reading across all bins
Bin Size: (X Max – X Min)/number of bins
Function
Channel
Histogram reading count
X Max: 49.999 852 894k
X Min: 49.999 830 972k
Bin Size: 1.461 467 597 0m
Frequency
Channel 1
Count: 50000
7042
Max Count
0
X Min
Hz
X Max
0
Out-of-range values are displayed
16
Graph
Histogram Off On
Options
Show % Count
Save Readings
Zoom & Markers
Reset Histogram
Corresponds to bin with largest number of entries and expressed as:
- an exact count within the bin (Max Count)
- the bin's percentage of the total reading count (Max %)
Histogram Window
Rdgs < LR Bin (out of range)
Rdgs > UR Bin (out of range)
Mkr 1: maximum value within bin at marker location
Mkr 2: maximum value within bin at marker location
Span: difference in maximum values between locations
Mkr 1: 49.999 833 895k
Mkr 2: 49.999 845 586k
Span: 11.691 740 779m
Bin: 2, 1094
Bin: 10, 3685
Span: 9, 31819
Frequency
Channel 1
Count: 50000
Bin: Marker location and reading count within bin (or percent of total reading count if 'Show %')
Span: number of bins between and including marker locations
%: percentage or number of readings within the span
Bin indices
10
Marker1
Marker2
LockMrkrs Off On
Zoom
Pan
Show All
position window - for marker, zoom, and pan adjustment the decimal position (i.e. 1000's, 100's, 10's, 1's) highlighted by the arrow keys sets the amount of movement (coarse – fine) for each tick of the rotary knob.

Abb. 6-6. Histogramm-Anzeigeformat

Histogrammkonfiguration

Histogramme werden mit den in Abbildung 6-7 gezeigten Befehlen und Softkeys konfiguriert.

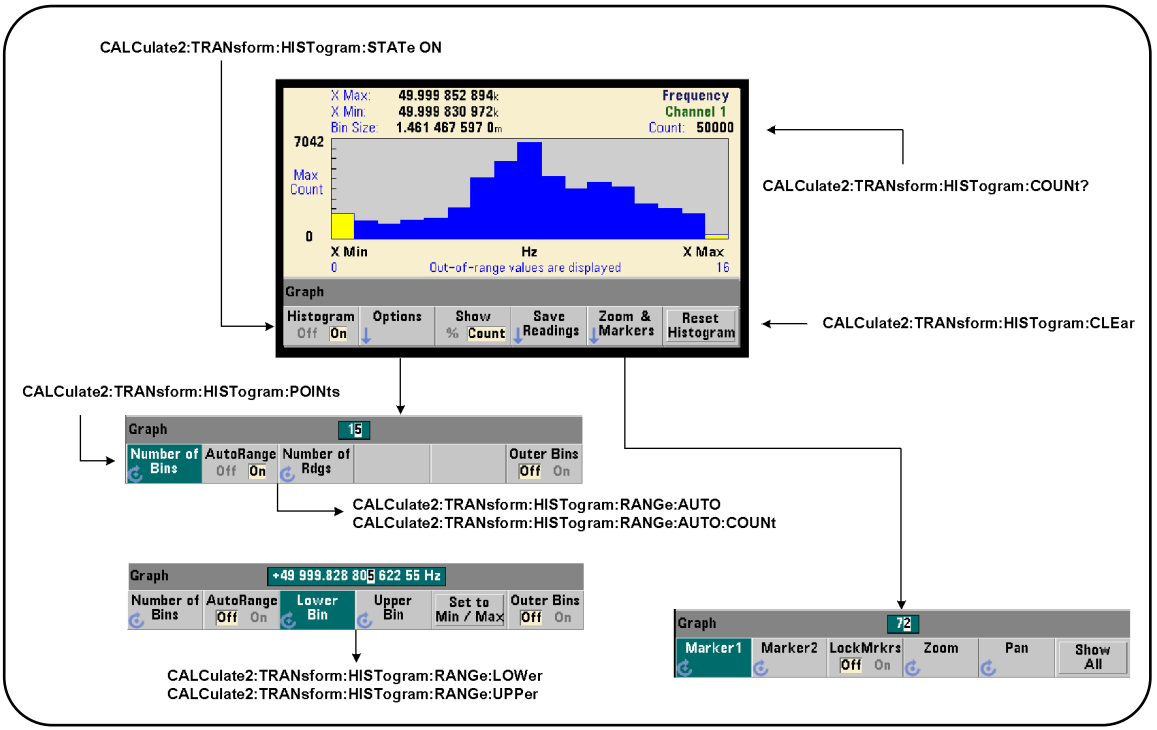


Abb. 6-7. 15-Bin (Punkt) Histogramm

Die Histogrammberechnung wird mit folgendem Befehl aktiviert:

`CALCulate2:TRANsform:HISTogram[:STATe] {OFF|ON}`
`CALCulate2:TRANsform:HISTogram[:STATe]?` `(Abfrageformular)`

`ON` - aktiviert die Histogrammberechnung.

`OFF` - deaktiviert die Histogrammberechnung. Nach einer Zurücksetzung (`*RST`), Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) oder Voreinstellung des vorderen Bedienfelds (Preset) sind Histogramme deaktiviert.

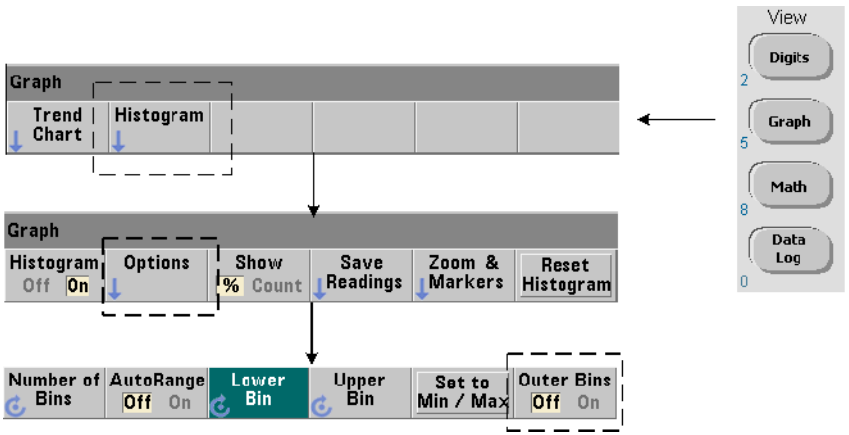
Die von einem Histogramm (Abb. 6-7) dargestellte Anzahl an Messwerten kann mit folgendem Befehl abgefragt werden:

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:COUNt?

Einrichten des Histogramms

Der Zähler erzeugt ein Histogramm basierend auf Bin-Anzahl (Punkte), einem unteren und einem oberen Bereich.

Bin-Anzahl



Die Bin-Anzahl wird mit folgendem Befehl angegeben:

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:POINts {<value>|MINimum|MAXimum|DEFault}

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:POINts? [{MINimum|MAXimum|DEFault}] (Abfrageformular)

Wert - gibt die Bin-Anzahl (Punkte) zwischen den Werten für unteren und oberen Bereich an. Wert kann von 10 bis 1.000 reichen. Nach Zurücksetzung (*RST) oder Gerätevoreinstellung (SYST:PRESet) wird die Bin-Anzahl auf 100 gesetzt.

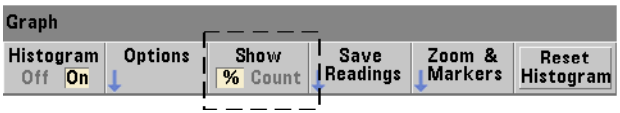
Anzeigen der Außen-Bins

Im Histogramm sind **immer** auch zwei zusätzliche Bins, unabhängig von der angegebenen Bin-Anzahl. Diese Bins enthalten Messwerte, die unter dem Wert für den unteren Bereich und über dem Wert für den oberen Bereich liegen (Abb. 6-5 und 6-6). Eine Anzahl an Messwerten in einem der Bins, die größer als erwartet ist, kann auf eine Abweichung der gemessenen Menge hinweisen.

Die Bins werden mithilfe des Softkeys Outer Bins angezeigt. Die Bin-Indizes (Abb. 6-6) weisen aus, ob die Bins angezeigt werden oder nicht.

Bin-Darstellung

Der Softkey:



entspricht dem **Bin** mit der größten Anzahl an Einträgen und wird als genaue Zählung (Count) oder als Bin-Prozentsatz (**%**) der gesamten Messwertanzahl dargestellt. Diese Einstellung ist nur am vorderen Bedienfeld verfügbar.

Unterer und oberer Bereich

Der untere und obere Bereich des Histogramms werden direkt mit folgenden Befehlen angegeben:

```
CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:LOWer {<value>
|MINimum|MAXimum|DEFault}

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:LOWer? [{MINimum|
MAXimum|DEFault}                          (Abfrageformular)

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:UPPer {<value>
|MINimum|MAXimum|DEFault}
```

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:UPPer? [{MINimum|MAXimum|DEFault}] (Abfrageformular)

Wert - gibt direkt die Werte des unteren und oberen Bereichs des Histogramms an. Die Wert-Bereiche sind:

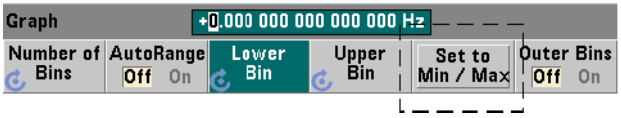
-1.0E+15 bis -1.0E-15, 0.0, 1.0E-15 bis 1.0E+15

Der untere und obere Bereich und die Bereiche, die nach einer Zurücksetzung (*RST) oder einer Gerätevoreinstellung (SYSTem:PRESet) festgelegt werden, sind 0.0.

Wenn Bereiche eingestellt werden, muss ein unterer Bereich **und** ein oberer Bereich angegeben werden. **Jeder** der folgenden Schritte verhindert einen "Einstellungskonflikt"-Fehler (z. B. unterer Bereich ist größer als oberer Bereich), und zwar aufgrund der Reihenfolge, in der die Bereiche eingestellt werden:

- Einstellen des oberen Bereichs zuerst
- Einstellen beider Bereiche in der gleichen Zeile im Programm
- Aktivieren des Histogramms, *nachdem* die Bereiche eingestellt sind
- Automatisches einstellen der Bereiche

Einstellen der Bin-Bereiche auf Min und Max



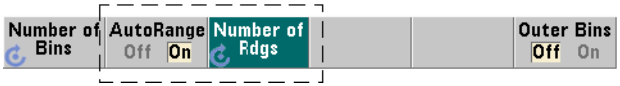
Bei AutoRange Off ist der Softkey Set to Min/Max eine weitere Methode, um die Bin-Bereiche (oberer und unterer) für das Histogramm einzustellen. Abhängig vom Gerätestatus legt Set to Min/Max die Bereiche folgendermaßen fest:

- Wenn Statistiken (unter der Math-Taste) aktiviert sind, werden die Mindest- und Maximalwerte aus den Messwertstatistiken verwendet.

- Wenn gerade Messwerte erfasst werden und die Statistiken ausgeschaltet sind, wählt das Gerät einen Mindest- und Maximalwert aus den (bis zu) 10.000 erfassten Messwerten.

- Wenn keine vorherigen Messwerte verfügbar sind, wird ein Bin-Mindestbereich von 0 und ein Bin-Maximalbereich von 1 000 000 000.0 festgelegt.

Automatische Bereichseinstellung



Alternativ können die Werte für unteren und oberen Bereich auch automatisch eingestellt werden, und zwar basierend auf einem Mindest- und einem Maximalwert, der von der ersten 'n'-Anzahl an gemessenen Messwerten übernommen wird.

Die automatische Bereichsauswahl wird mit folgenden Befehlen aktiviert:

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:AUTO {OFF|ON}
CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:AUTO?
(Abfrageformular)

ON - aktiviert die automatische Auswahl der Werte für unteren und oberen Bereich für das Histogramm.

OFF - deaktiviert die automatische Auswahl.
Nach Zurücksetzung (`*RST`) oder Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) ist die automatische Bereichsauswahl *aktiviert*.

Die Anzahl an Messwerten, aus der die Werte für Mindest- und Maximalbereich ausgewählt werden (**ON**), wird mit folgendem Befehl eingestellt:

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:AUTO:COUNt {<value>|MINimum|MAXimum|DEFault}

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:RANGe:AUTO:COUNt? [{MINimum|MAXimum|DEFault}] (Abfrageformular)

Wert - gibt die **erste** 'n'-Anzahl an Messwerten an, von denen die Werte für unteren und oberen Bereich bezogen werden. `10` bis `1.000` Messwerte können angegeben werden.

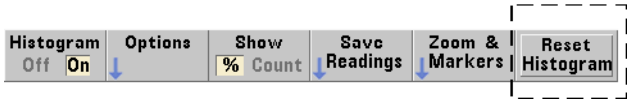
Die Standardanzahl und die Anzahl, die nach einer Zurücksetzung (`*RST`) oder Geräteeinstellung (`SYSTem:PRESet`) eingestellt wird, ist 100.

Beispiel: Einrichten eines Histogramms

Das folgende Beispiel erzeugt ein 15-Bin-Histogramm von 3.000 Zählermessungen. Der untere und obere Bereich werden automatisch aus den ersten 300 erfassten Messwerten festgelegt.

```
CONF:FREQ 50E3, (@1)      // Frequenzmessung konfigurieren
    SYST:TIM .1           // 100 ms Messzeitüberschreitung
    TRIG:SOUR BUS         // Software-Trigger als Quelle
                          // einstellen
    TRIG:COUN 1               // Triggerzähler = 1
    SAMP:COUN 3000            // 3000 Messwerte pro Trigger
    SENS:FREQ:GATE:SOUR TIME  // Gate-Quelle einstellen
    SENS:FREQ:GATE:TIME 1E3   // 1 ms Messzeit einstellen
    DISP:MODE HIST            // Histogramm-Anzeigemodus
    CALC2:TRAN:HIST:POIN 15   // 15 Bins angeben
    CALC2:TRAN:HIST:RANG:AUTO ON    // Bereiche autom.
                                    // auswählen
    CALC2:TRAN:HIST:RANG:AUTO:COUN 300 // erste 300 Mess-
                                       // werte verwenden
    CALC2:TRAN:HIST:STAT ON         // Histogramm
                                    // aktivieren
INIT                       // Zähler starten
*TRG                       // Software-Trigger senden
```

Zurücksetzen des Histogramms



Die Daten, aus denen das aktuelle Histogramm erstellt wurde, werden mit jeder dieser Aktionen gelöscht:

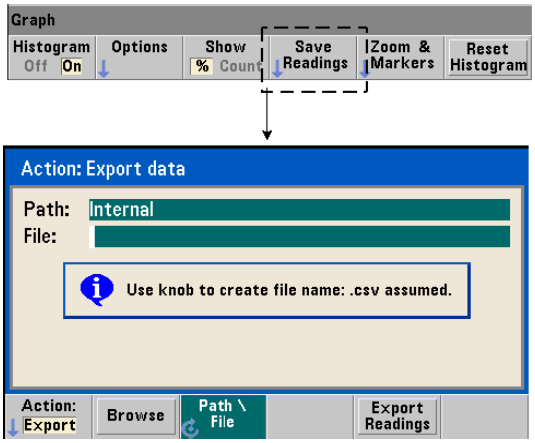
- Drücken des Softkeys Reset Histogram
- Aktivieren/Deaktivieren oder Ändern eines Teils des Histogramms
  - Bin-Anzahl, unterer oder oberer Bereich
- Ein neuer Messzyklus – `INITiate:IMMediate`, `READ?`, `MEASure`
- Senden eines neuen SCPI-Befehls oder Ändern eines aktuellen SCPI-Parameters
- Eine Gerätezurücksetzung oder -Voreinstellung – `*RST`, `SYSTem:PRESet`

Durch diese Aktionen werden auch **alle** Messwerte im Messwertspeicher und im Ausgabe-Pufferspeicher gelöscht.

Zum Löschen der Histogrammdaten **ohne** den Messwertspeicher zu löschen, wird folgender Befehl verwendet:

`CALCulate2:TRANsform:HISTogram:CLEar[:IMMediate]`

Speichern von Messwerten

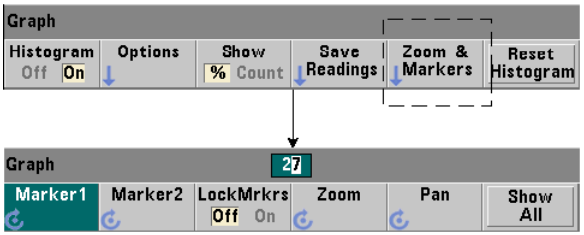


Die Messwerte, die zur Erzeugung des Histogramms verwendet wurden, können im internen Flash-Speicher oder dem USB-Laufwerk als CSV-Werte im ASCII-Format (in einer Messung pro Zeile) gespeichert werden.

Durch Auswählen von Save Readings wird das Aktionsfenster Export geöffnet. In diesem Fenster können ein Pfad und ein Dateiname ausgewählt oder angegeben werden. Die exportierte Anzahl an Messwerten ist die Gesamtzahl im Messwertspeicher zum Zeitpunkt, an dem auf Export Readings gedrückt wird - dies muss nicht zwingend die Gesamtmesswertanzahl sein (`TRIGger:COUNt` x `SAMPle:COUNt`).

Durch den Export der Messwerte wird der **Messwertspeicher gelöscht**, und das Histogramm wird beim nächsten empfangenen Trigger erneut gestartet.

Zoom- & Marker-Anzeige



HINWEIS

Für Marker-, Zoom- und Verschiebungsanpassungen legt die durch die Pfeiltasten hervorgehobene Dezimalposition (d.h. 100er, 10er, 1er) den Verschiebungsbetrag (grob oder fein) für jeden Skalenstrich am Eingabedrehknopf fest.

Der Softkey Marker ermöglicht das Positionieren von Markern auf einzelnen Bins innerhalb des Histogramms und, falls gewünscht, das *Sperren* des relativen Abstands zwischen den Markern. Wenn die Marker "zusammengesperrt" sind, wird durch Verschieben von Marker1 oder Marker2 mit dem Eingabedrehknopf des vorderen Bedienfelds oder mit der Umschalttaste gefolgt von einer Bin-Zahl auch der andere Marker verschoben. Der Abstand zwischen beiden Markern wird beibehalten. Die den Markerpositionen entsprechenden Daten werden über dem Histogrammfenster angezeigt.

Zoom legt die Anzahl der angezeigten Bins fest, indem die Auflösung im Mittelbereich des Histogramms vergrößert wird. Jedes Mal wenn der Zoom angepasst wird, werden die Indizes X Min und X Max (Abb. 6-6) geändert und zeigen den aktuellen Bin-Bereich an.

Pan scannt das Histogramm (links oder rechts), sobald ein Zoom-Prozentsatz eingestellt wurde. Durch Verschieben des Fensters "Pan" können gewünschte Bereiche ins Sichtfeld bewegt werden. Mit dem Zoom kann dieser Bereich dann erneut vergrößert werden. Wenn Pan auf diese Art abwechselnd mit Zoom verwendet wird, wird der Zoom-Prozentsatz beibehalten.

Show All stellt das Histogrammfenster wieder mit der angegebenen Gesamtanzahl an Bins her, einschließlich Außen-Bins. Zoom und Pan werden zurückgesetzt.

Histogrammdaten in numerischer Form

Das Histogramm beschreibende Daten sind in numerischer Form über folgende zwei Abfragebefehle verfügbar:

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:ALL?

Gibt die folgende CSV-Sequenz zurück, welche das aktuelle Histogramm beschreibt:

```
Wert des unteren Bereichs
Wert des oberen Bereichs
Erfasste Messwertanzahl
Bin-Daten
```

Die Bin-Daten umfassen:

```
Anzahl der Messungen, die den Wert des unteren Bereichs
unterschreiten,
Anzahl der Messwerte in jedem Bin,
Anzahl der Messwerte, die den Wert des oberen Bereichs
überschreiten
```

Ein Beispiel eines Datenstrings für ein 15-Bin-Histogramm basierend auf 3000 Messwerten eines 50 kHz-Eingangssignals:

```
+4.998912590059145E+004,+5.001118414176608E+004,+3000,+0,
+4,+8,+27,+71,+221,+422,+612,+695,+504,+254,+113,+41,+20,
+4,+4,+0
```

Beachten Sie, dass in diesem Beispiel keine Messwerte unter dem Wert des unteren Bereichs und über dem Wert des oberen Bereichs vorhanden sind.

CALCulate2:TRANsform:HISTogram:DATA?

Gibt **nur die Bin-Daten** des aktuellen Histogramms in der Sequenz zurück:

```
Anzahl der Messungen, die den Wert des unteren Bereichs
unterschreiten,
Anzahl der Messwerte in jedem Bin,
Anzahl der Messwerte, die den Wert des oberen Bereichs
überschreiten
```

Trenddiagramme

Messwerttrends für eine angegebene Anzahl an Zählermessungen (**außer kontinuierliche Summierung**) oder Zeitstempel können in einem 53220A/53230A Trenddiagramm (Run-Diagramm) dargestellt werden.

Abbildung 6-8 zeigt die Komponenten eines typischen Zähler-Trenddiagramms.

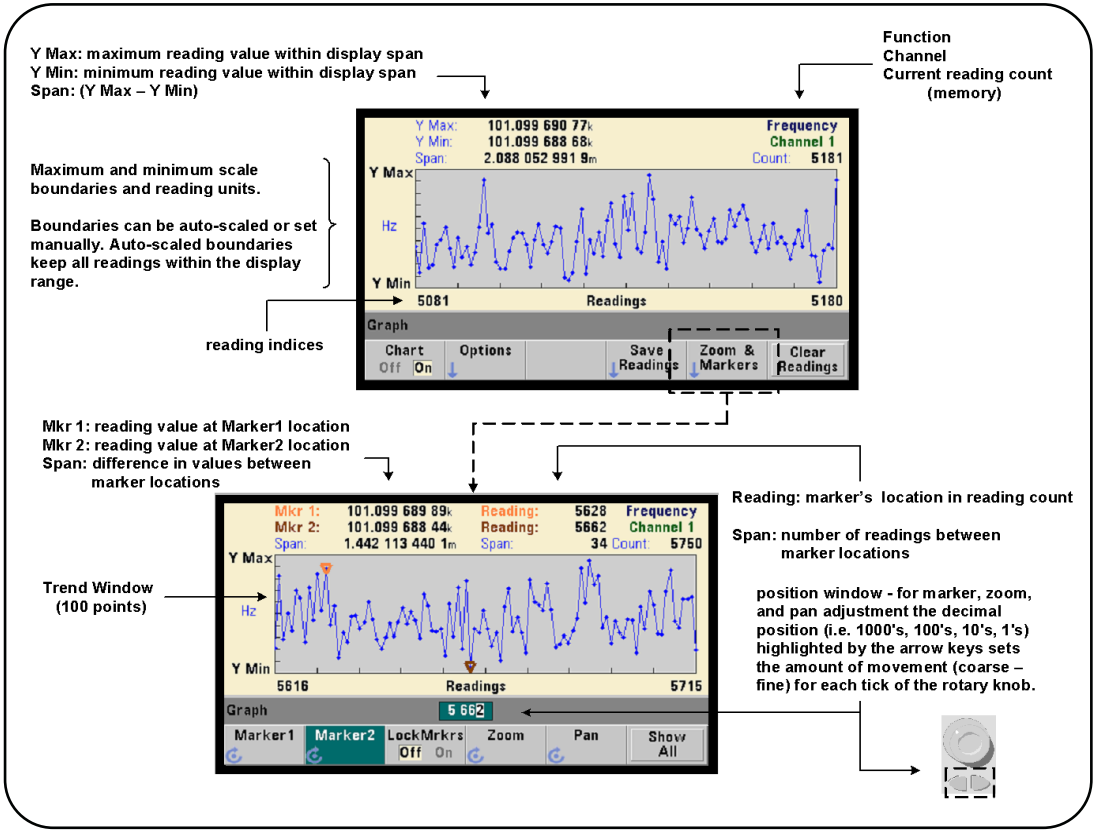
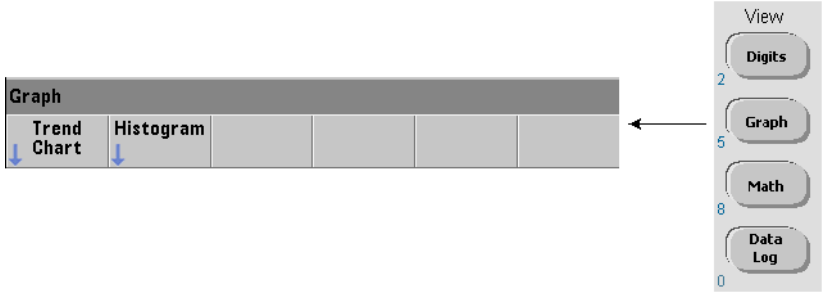


Abb. 6-8. Trenddiagramm-Anzeigeformat (ohne Dezimierung)

Anzeigen von Trenddiagrammen



Beim Einschalten oder nach dem Zurücksetzen (`*RST`) oder nach einer Gerätevoreinstellung (Preset) werden numerische Daten angezeigt. Mit dem folgenden Befehl kann der Anzeigemodus so geändert werden, dass ein Trenddiagramm angezeigt wird:

`DISPlay[:WINDow]:MODE {NUMeric|HISTogram|TCHart}`
`DISPlay[:WINDow]:MODE?` `(Abfrageformular)`

Der Anzeigemodus (`TCHart`) ist der **einzige** Trenddiagramm-Parameter, der mit dem Programm festgelegt werden kann (mit SCPI-Befehlen). Alle weiteren Trenddiagramm-Parameter werden mithilfe des **vorderen Bedienfelds** eingestellt.

Durch Drücken der Taste Graph und anschließend des Softkeys Trend Chart wird das Trenddiagramm vom vorderen Bedienfeld aus gestartet.

Trenddiagramme entsprechen **allen** Messwerten im Messwertspeicher für einen angegebenen Triggerzähler (`TRIGger:COUNt`) und Samplingzähler (`SAMPle:COUNt`). Bei kontinuierlicher Triggerung (d.h. intern) wird das Trenddiagramm fortlaufend aktualisiert.

Trenddiagramm-Konfiguration

In Abbildung 6-9 werden die Sofkey-Menüs angezeigt, die zur Trenddiagramm-Konfiguration und zur Steuerung des Trendfensters gehören.

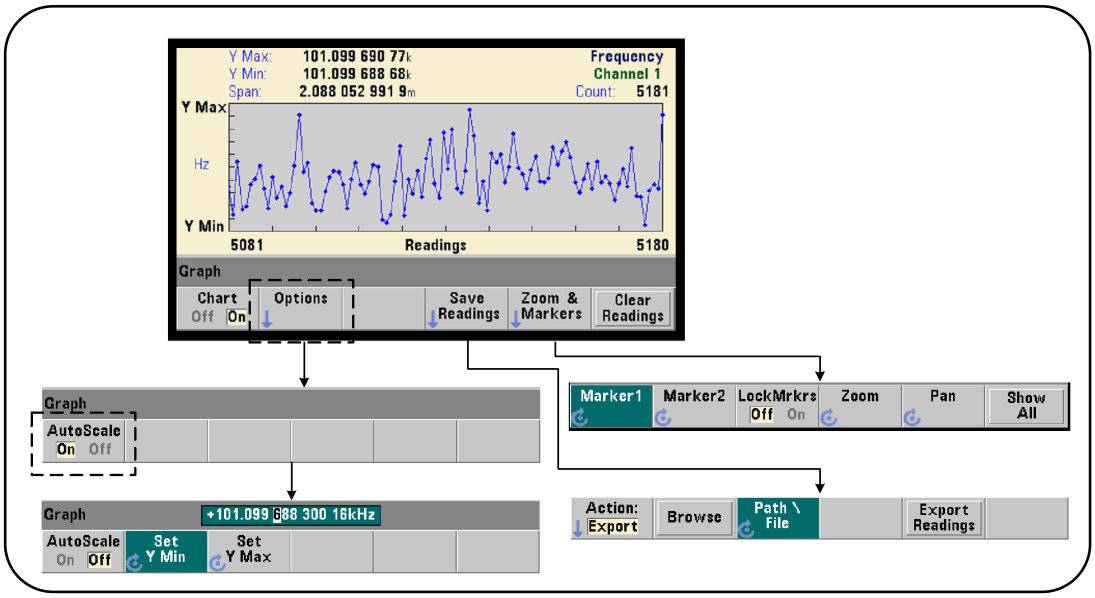


Abbildung 6-9. Trenddiagramm - Konfiguration und Steuerung

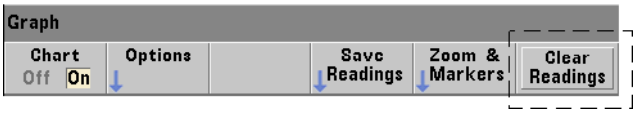
Trenddiagrammgrenzen

Die Trenddiagrammgrenzen (Y Max und Y Min) können automatisch (AutoScale On) oder manuell (AutoScale Off) mithilfe der Menüs unter dem Softkey Options eingestellt werden (Abb. 6-9). Bei automatisch skalierten (AutoScale On) Grenzen bleiben alle Messwerte innerhalb des Trendfensters. Manuell eingestellte Grenzen (off) können zu Messwerten führen, die außerhalb des Fensters liegen. Manuelle Grenzen werden mit dem Eingabedrehknopf des vorderen Bedienfelds oder mit derUmschalttaste und den numerischen Tasten eingestellt.

Wenn Messwertgrenzen mit der Math-Funktion eingestellt werden, werden durch Einstellen von YMax und YMin die Grenzen innerhalb der YMax- und YMin-Grenzen skaliert (aber nicht geändert). YMax und YMin können keine Grenze angeben, die kleiner ist als die Math-Messwertgrenzen.

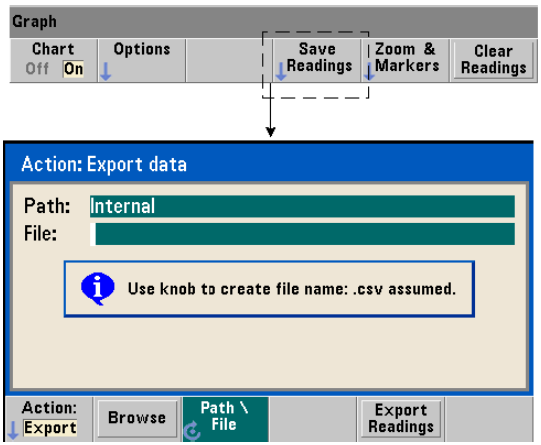
Im Trendfenster können maximal 100 Messwerte oder Dezimierungspunkte angezeigt werden.

Löschen des Trenddiagramms



Durch Löschen des Trenddiagramms wird der Messwertspeicher gelöscht, und der Messwertzähler wird beim nächsten empfangenen Trigger erneut gestartet.

Speichern von Messwerten

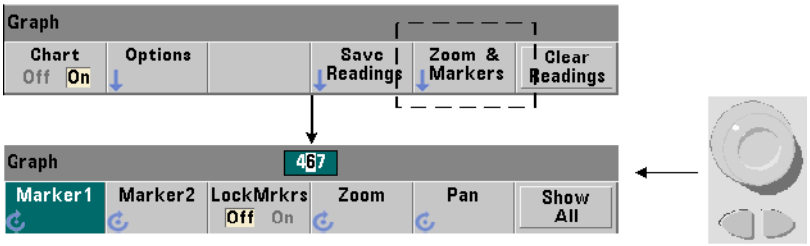


Die im Trenddiagramm dargestellten Messwerte können im internen Flash-Speicher oder dem USB-Laufwerk als CSV-Werte im ASCII-Format (in einer Messung pro Zeile) gespeichert werden.

Durch Auswählen von Save Readings wird das Aktionsfenster Export geöffnet. In diesem Fenster können ein Pfad und ein Dateiname ausgewählt oder angegeben werden. Die Anzahl der exportierten Messwerte entspricht der Anzahl an Messwerten, die im Speicher (Abb. 6-8) waren, als Export Readings gedrückt wurde. Dies ist nicht zwingend die vollständige Messwertanzahl (`TRIGger:COUNt` x `SAMPle:COUNt`).

Durch den Export der Messwerte wird der **Messwertspeicher gelöscht**, und das Trenddiagramm wird beim nächsten empfangenen Trigger erneut gestartet.

Zoom- & Marker-Fenster



HINWEIS

Für Marker-, Zoom- und Verschiebungsanpassungen legt die durch die Pfeiltasten hervorgehobene Dezimalposition (d.h. 1000er, 100er, 10er, 1er) den Verschiebungsbetrag (grob oder fein) für jeden Skalenstrich am Eingabedrehknopf fest.

Der Softkey ‘Marker’ ermöglicht das Positionieren von Markern auf einzelnen Messwerten oder Dezimierungspunkten innerhalb des **Trenddiagramms** und, falls gewünscht, das *Sperren* des relativen Abstands zwischen den Markern. Wenn die Marker "zusammengesperrt" sind wird durch Verschieben von Marker1 oder Marker2 mit dem Eingabedrehknopf des vorderen Bedienfelds oder mit der Umschalttaste gefolgt von einer Messwertanzahl auch der andere Marker verschoben. Der Abstand zwischen beiden Markern wird beibehalten. Die den Markerpositionen entsprechenden Daten werden über dem Trendfenster angezeigt.

Zoom legt die Anzahl der angezeigten Messwerte fest, indem die Auflösung im Mittelbereich des Trenddiagrammfensters vergrößert wird. Jedes Mal wenn der Zoom angepasst wird, werden die Messwertindizes (Abb. 6-8) so geändert, dass der aktuelle Messwertbereich angezeigt wird.

Pan scannt das Trenddiagramm (links oder rechts), sobald ein Zoom-Prozentsatz eingestellt wurde. Durch Verschieben des Fensters "Pan" können gewünschte Bereiche ins Sichtfeld bewegt werden. Mit dem Zoom kann dieser Bereich dann erneut vergrößert werden. Wenn Pan auf diese Art abwechselnd mit Zoom verwendet wird, wird der Zoom-Prozentsatz beibehalten.

Mit Pan kann jeder Messwert oder Dezimierungspunkt auch angezeigt werden - bis zu einer Höchstzahl von 100 Messwerten/Punkten gleichzeitig.

Show All aktualisiert das Trendfenster und zeigt den aktuellen Messwertzähler an. Die Messwertindizes sind 0 und der Count-Wert. Zoom und Pan werden ebenfalls zurückgesetzt.

Messwertdezimierung

Das Trendfenster zeigt maximal 100 Messwerte an. Bei **mehr als** 100 angezeigten Messwerten werden die Messwerte dezimiert, das heißt, sie werden gruppiert und durch Dezimierungspunkte dargestellt. Die Anzahl der Messwerte in einer Dezimierungsgruppe ist die Messwertzählung/100.

Abbildung 6-10 ist ein Trenddiagramm mit 100.000 Messwerten, in dem die Messwerte dezimiert wurden.

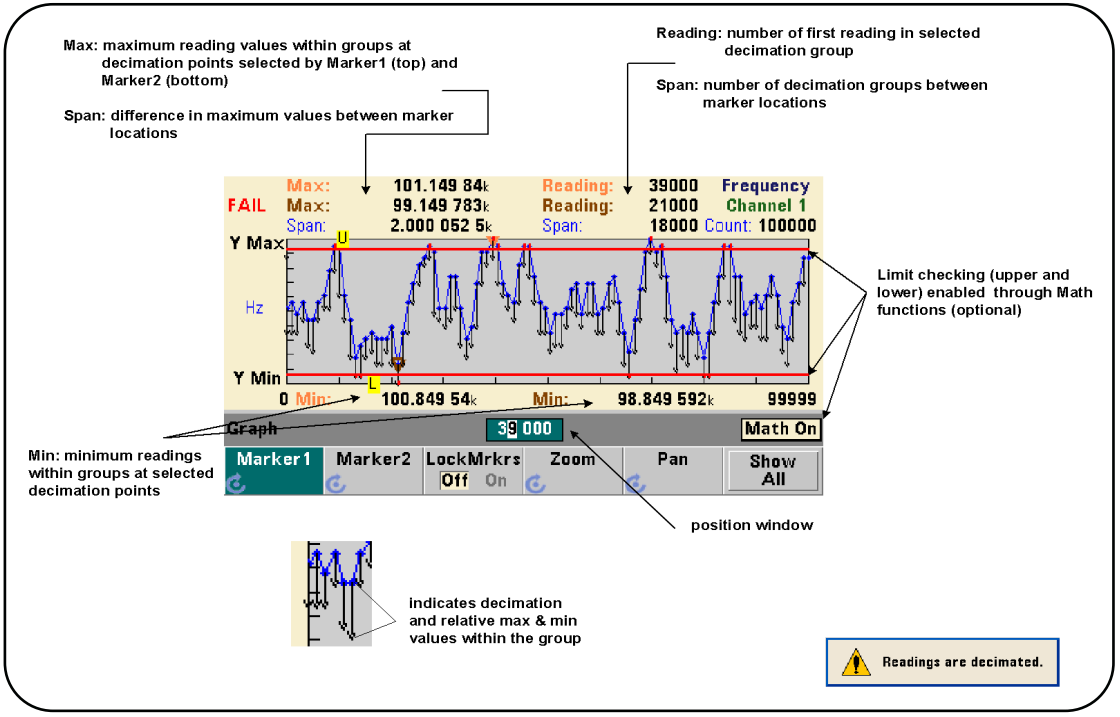

Max: maximum reading values within groups at decimation points selected by Marker1 (top) and Marker2 (bottom)
Span: difference in maximum values between marker locations
Reading: number of first reading in selected decimation group
Span: number of decimation groups between marker locations
Max: 101.149 84k Reading: 39000 Frequency
FAIL Max: 99.149 783k Reading: 21000 Channel 1
Span: 2.000 052 5k Span: 18000 Count: 100000
Y Max
Hz
Y Min
0 Min: 100.849 54k Min: 98.849 592k 99999
Graph
39 000
Math On
Marker1 Marker2 LockMrkrs Off On Zoom Pan Show All
Limit checking (upper and lower) enabled through Math functions (optional)
Min: minimum readings within groups at selected decimation points
position window
indicates decimation and relative max & min values within the group
Readings are decimated.

Abb. 6-10. Trenddiagramm-Anzeigeformat (mit Dezimierung)

In Abbildung 6-10 befinden sich 1.000 Messwerte in jeder Dezimierungsgruppe (100.000 Messwerte/100 Punkte angezeigt). Die Anzahl an Messwerten in jeder Gruppe ändert sich, wenn Show All gedrückt wird und weiterhin Messwerte erfasst werden.

Wenn ein Marker auf einen Dezimierungspunkt verschoben wird, wird die Zahl des **ersten** Messwerts in der entsprechenden Gruppe angezeigt. Diese Zahl muss notiert werden, wenn es erforderlich ist, mehrere individuelle Messwerte in einer Gruppe anzuzeigen.

Anzeigen von Messwerten in einer Dezimierungsgruppe Dezimierte Messwerte, die gruppiert und von einem einzelnen Dezimierungspunkt dargestellt werden, können mit Markern und der Pan-Steuerung des Trenddiagramms einzeln angezeigt werden.

1 Wählen Sie einen Marker und bewegen Sie diesen mit dem Eingabedrehknopf auf den Dezimierungspunkt mit der gewünschten Messwertebene. Die der Markerposition entsprechende Messwertzahl ist der **erste** Messwert in der Gruppe. Dies ist nicht unbedingt der Maximal- oder Mindestwert in der Gruppe.

2 Wählen Sie ‘Pan’ und geben Sie mit der Umschalttaste und den numerischen Tasten die Zahl des ersten Messwerts ein. Die Messwertindizes zeigen einen Bereich von 100 **Messwerten** an, beginnend mit dem ersten Messwert in der Gruppe.

3 Wählen Sie Marker1 oder Marker2 und markieren Sie mit den Pfeiltasten den ersten Platz (ganz rechts) im Positionsfenster. Drehen Sie den Eingabedrehknopf, um den Marker von einem Messwert zum nächsten zu verschieben. Beim Vorrücken des Markers werden der Messwert und die Zahl angezeigt.

Wählen Sie für Dezimierungsgruppen mit mehr als 100 Messwerten ‘Pan’ und geben Sie die nächste Messwertzahl nach dem oberen Messwertindex (Abb. 6-8) ein, um die nächsten 100 Messwerte anzuzeigen.

Datenprotokollierung

Die Datenprotokollierungsfunktion des 53220A/53230A Zählers ermöglicht das Protokollieren und Analysieren von bis zu **1.000.000** Messwerten. Die Datenprotokollierung kann **nur** am vorderen Bedienfeld aktiviert und konfiguriert werden und ist für alle Zählermessungen außer der kontinuierlichen Summierung verfügbar.

HINWEIS Protokollierte Messwerte werden NICHT im internen Flash-Speicher oder dem USB-Laufwerk gespeichert, bis der Protokollierungsdauer abgeschlossen ist. Wenn die Stromversorgung unterbrochen ist und die Batterieoption 300 nicht aktiviert ist, oder diese Batteriestromversorgung unterbrochen wird, bevor die Protokollierung abgeschlossen ist, gehen alle Daten verloren.

In Abbildung 6-11 sind die Tasten und Fenster angezeigt, die zur Datenprotokollierungsanwendung gehören.

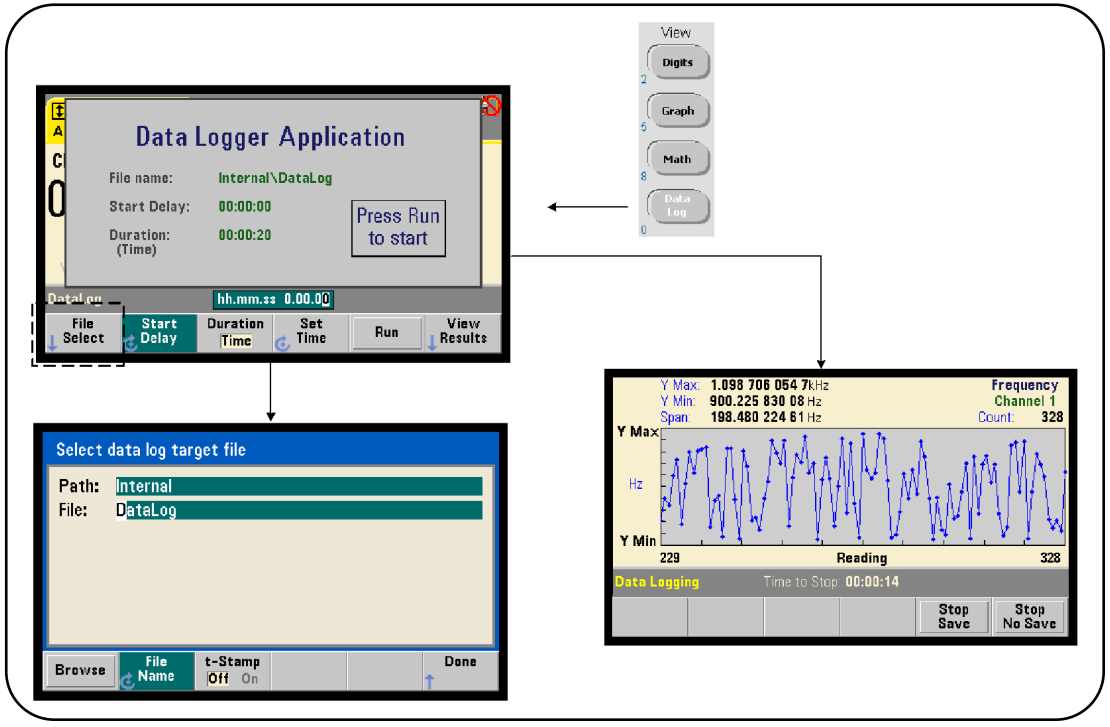


Abbildung 6-11. Starten der Zählerdatenprotokollierung

Konfigurieren der Datenprotokollierung

Alle protokollierten Messwerte werden im internen Flash-Speicher des Zählers oder einem USB-Laufwerk **gespeichert**, **nachdem** die Protokollierung abgeschlossen ist. Die Messwerte können während oder nach Abschluss der Protokollierung im Trenddiagrammformat (Run) angezeigt werden.

Die Datenprotokollierung wird für eine bestimmte **Dauer** ausgeführt, die als Zeitraum oder Anzahl an zu protokollierenden Messwerten angegeben werden kann. Nach der Aktivierung kann der **Start** der Datenprotokollierung für einen bestimmten Zeitraum **verzögert** werden.

Angeben einer Datenprotokolldatei

Protokollierte Messwerte werden im internen Flash-Speicher oder dem USB-Laufwerk (Extern) als CSV-Werte im ASCII-Format in einer Messung pro Zeile gespeichert. Wenn kein Speicherort angegeben wird, dann wird ein Standardspeicherort und Dateiname verwendet (Internal\DataLog).

Das Laufwerk (Intern oder Extern) wird mit der Durchsuchen-Funktion ausgewählt. Der Dateiname wird mithilfe des Eingabedrehknopfs und der Pfeiltasten angegeben. Mit diesen können die Zeichen ausgewählt oder geändert werden.

Durch Drücken auf [Done] wird der Dateipfad und Dateiname gespeichert und zum Anwendungsmenü zurückgewechselt. Die Datenprotokollierung startet nicht, wenn ein ungültiger Pfad/Dateiname eingegeben wird.

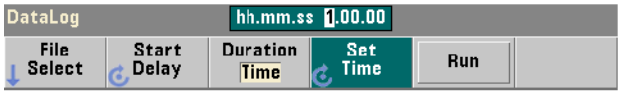
Hinzufügen eines Zeitstempels in die Datenprotokolldatei

Ein Zeitstempel (t-Stamp) im Format:

```
yyyymmdd_hhmmss    z.B. Datenprotokoll_20110925_105535.csv
```

wird an den Dateinamen angehängt (On), wenn die Datenprotokollierung abgeschlossen oder der Softkey (Stop Save) gedrückt wird. Der Zeitstempel wird auch in der Tabellenkalkulations-Registerkarte übernommen, wenn die Datenprotokolldatei (.csv) geöffnet wird.

Einstellen der Dauer



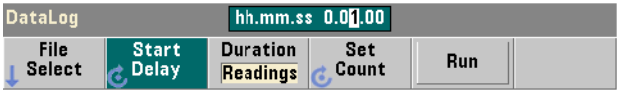
Wenn die Dauer der Datenprotokollierung als Zeitraum angegeben wird, hat sie das Format `hh.mm.ss`. Der Wert wird mit dem Eingabedrehknopf und den Pfeiltasten oder mit der Umschalttaste und den numerischen Tasten eingegeben. Durch das Hervorheben bestimmter Ziffern im Zeitfenster kann eine höhere Auflösung (d.h. Minuten und Sekunden) der Protokollierungszeit angegeben werden.

Der maximale Zeitraum für die Datenprotokollierung ist 99.00.00. Die höchste Messwertanzahl liegt jedoch bei 1.000.000 Messwerten. Diese Zahl kann bereits vor Ablauf des Protokollierungszeitraums erreicht sein.

Bezüglich der Messwerte wird die Datenprotokollierung durchgeführt, bis die angegebene Anzahl an Messwerten erreicht wurde. Die Messwertzählung wird mit der Umschalttaste und den numerischen Tasten oder den Pfeiltasten und dem Eingabedrehregler festgelegt. Maximal sind 1.000.000 Messwerte möglich.

Für die Messfunktion Zeitstempel ist nur die Protokollierung über **Messwerte** verfügbar.

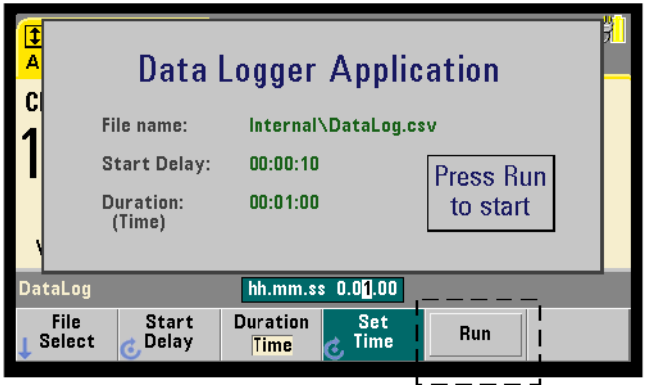
Einstellen einer Startverzögerung



Wenn dies erforderlich ist, kann eine Verzögerung zwischen dem Zeitpunkt des Drückens der Taste Run und dem Beginn der Datenprotokollierung angegeben werden. Die Startverzögerung wird im Format `hh.mm.ss` mit dem Eingabedrehknopf und den Pfeiltasten oder mit der Umschalttaste und den numerischen Tasten eingegeben. Durch das Hervorheben bestimmter Ziffern im Verzögerungsfenster kann eine höhere Auflösung (d.h. Minuten und Sekunden) der Verzögerungszeit angegeben werden.

Die maximale Verzögerung beträgt 99:00:00.

Starten der Datenprotokollierung



Durch Drücken des Softkeys Run wird die Datenprotokollierung aktiviert. Die Datenprotokollierung beginnt nach der angegebenen Startverzögerung, wenn ein(e) gültige(r) Pfad/Datei vorhanden ist. Es wird der standardmäßige Pfad und Dateiname:

`Internal\DataLog`

verwendet, wenn die Datenprotokollierungs-Anwendung gestartet wird. Wählen Sie Yes, um die Datei zu überschreiben und starten Sie die Anwendung.

Anzeigen von Messwerten

Während der Datenprotokollierung werden die Messwerte in ein Trenddiagramm übernommen. **Nachdem** die Datenprotokollierung abgeschlossen ist, werden die Messwerte in der angegebenen Datei gespeichert. Durch Drücken von View Results, wenn die Protokollierung gestoppt ist und die Messwerte gespeichert sind, oder wenn die Protokollierung abgeschlossen ist, wird ein Trenddiagramm der gespeicherten Messwerte angezeigt.

Wenn nach der Protokollierung View Results gedrückt wird, zeigen die Zeitstempelmessungen an, dass für diese Funktion keine Grafiken unterstützt werden.

Abbildung 6-12 ist ein Beispiel für ein Trenddiagramm während der Messwertprotokollierung. (Die Abbildungen 6-8 und 6-10 enthalten mehr Informationen über das Trenddiagrammfenster.)

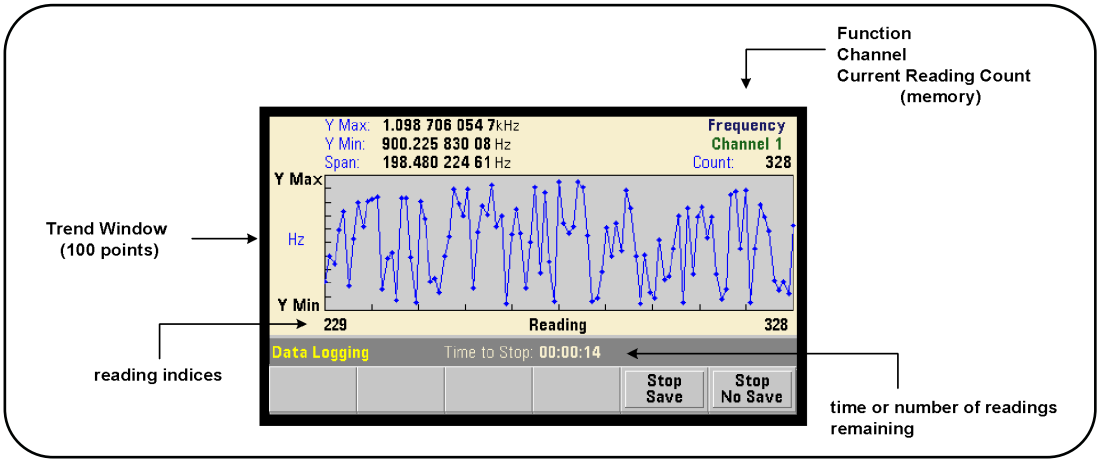


Abbildung 6-12. Trenddiagrammanzeige während Datenprotokollierung

Wenn die Protokollierung abgeschlossen ist, können mit den Softkeys Marker, Pan und Zoom die Daten überprüft werden. Beachten Sie, dass die Daten nicht in der Anzeige beibehalten werden, wenn zuerst die Taste Graph und dann der Softkey Trend Chart gedrückt werden.

Wenn mehr als 100 Messwerte protokolliert werden, dann werden diese dezimiert, d.h., sie werden gruppiert und durch Dezimierungspunkte (siehe "Trenddiagramme" und "Messwertdezimierung") dargestellt.

Stoppen der Anwendung

Durch Drücken von Stop Save oder Stop No Save wird die Datenprotokollierung gestoppt, bevor die Dauer (Zeitraum oder Messwertanzahl) erreicht wurde. Alle bis zu diesem Zeitpunkt protokollierten Daten werden abhängig davon, welche Taste gedrückt wird, gespeichert oder verworfen.

Grafikfunktionen und Messwertspeicher

In Abbildung 6-13 werden die Effekte auf den Messwertspeicher zusammengefasst, die auftreten, wenn Statistiken und Histogramme zurückgesetzt und Trenddiagramme gelöscht werden.

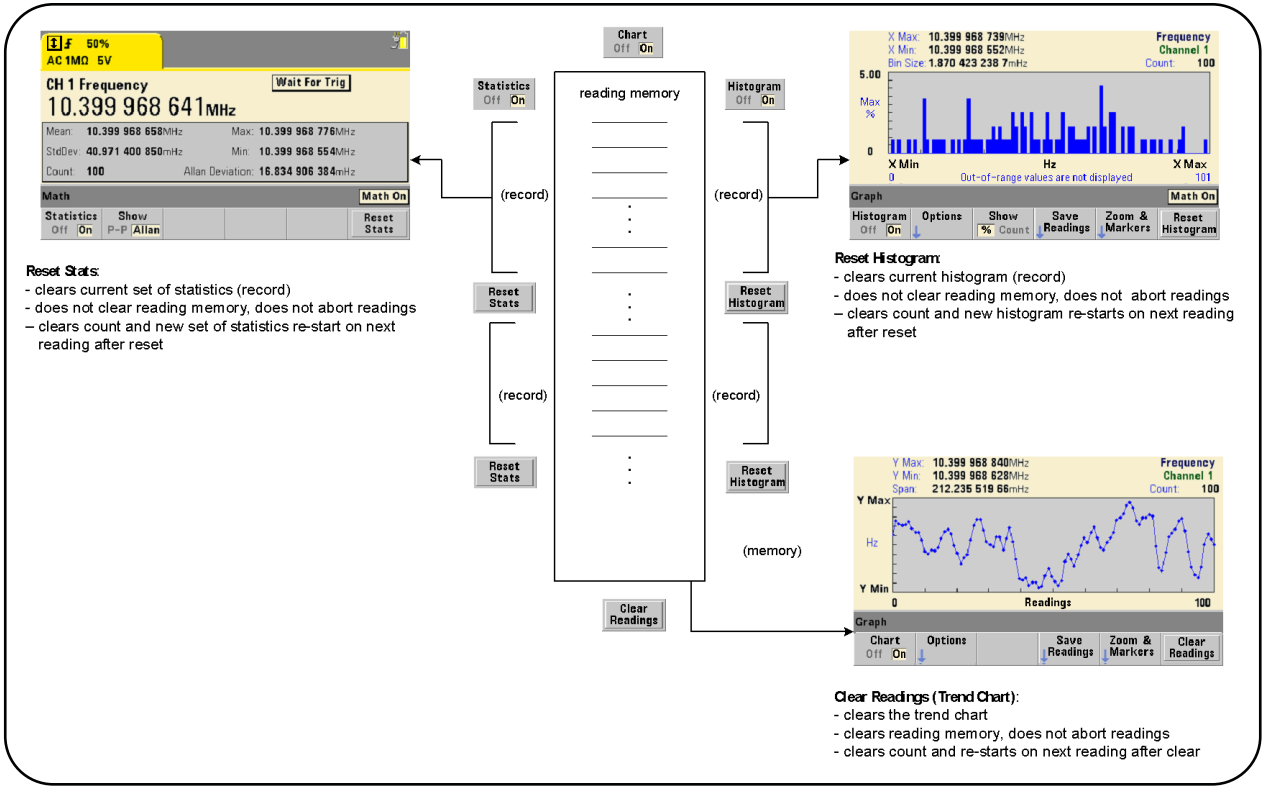


Abbildung 6-13. Messwertspeicher und Zurücksetzen/Löschen von Grafiken

7
Formate und Datenfluss

Messwertformate und Datenfluss 250
Angeben eines Formats 251
Einstellen der Byte-Reihenfolge für die Blockübertragung 251
Datenfluss 252
Zählerdateisystem 259
Erstellen von Ordnern und Dateien im Flash-Speicher und auf dem USB-Laufwerk 261
Benutzerdefinierte Einschaltstatus 270
Verwalten von Ordnern und Dateien 273

Mit den Keysight 53220A/53230A Zählern können Sie (Messwert-) Format und Speicherort der Messung angeben - beide beeinflussen die Durchsatzgeschwindigkeit.

In diesem Kapitel werden die Einstellung von Datenformaten sowie Bewegung und Speicherung von Messungen und sonstigen Informationen im Gerät erläutert.

Messwertformate und Datenfluss

Ein (Zähler-) Datenformat wird angegeben, wenn ein bestimmtes Format (ASCII, REAL) erforderlich ist. Die Daten werden in dieses Format konvertiert, wenn sie direkt an den Ausgabepuffer gesendet oder **aus dem** Messwertspeicher übertragen werden.

Folgender Befehl wird zum Einstellen des Datenformats verwendet:

```
FORMat[:DATA] {ASCII|REAL}[,<Länge>]
FORMat[:DATA]?                                  (Abfrageformular)
```

Die Formate (und Längen) werden in Tabelle 7-1 beschrieben.

Tabelle 7-1. Zählerdatenformate

Typ	Darstellung	Länge
ASCII	+4,57538162393720E+006	15 (Stellen)
REAL	Format für Arbiträr-Block bestimmter oder unbestimmter Länge	64 (Bits)

Format **ASCII** besteht aus ASCII-Zeichen. Die Messwerte sind durch Kommas voneinander getrennt. Das Gerät gibt stets **15 signifikante Stellen** zurück.

Format **REAL** besteht aus Binärdaten gemäß IEEE 754 (**64-Bit**). Die Daten können in das IEEE 488.2-Format von Blöcken unbestimmter oder bestimmter Länge übertragen werden. Die Byte-Reihenfolge wird durch den Befehl FORMat:BORDer gesteuert.

Block unbestimmter Länge: # 0 < 8-Bit-Datenbytes > NL ^END
(unter Verwendung von MEASure?, READ?, FETCh?)

Block bestimmter Länge: # <Stellen ungleich null> <Blocklänge> <8-Bit-Datenbytes>
(unter Verwendung von R?, DATA:REMove?)

<Stellen ungleich null> gibt die Anzahl der Stellen an, die die <Blocklänge> darstellen. <Blocklänge> gibt die Anzahl der darauf folgenden 8-Bit-Datenbytes an.

Format `ASCII` wird auf eine Geräterücksetzung (`*RST`) folgend oder mittels Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (PRESet) eingestellt. Ein Zeilenumbruch (LF) und End-Or-Identify (EOI) folgen in beiden Formaten auf die letzten Messwerte.

Angeben eines Formats

Datenformate können wie im folgenden Segment gezeigt während der Zählerkonfiguration angegeben werden:

```
CONF:FREQ 1.0E6
   FORM REAL, 64
   SAMP:COUN 5
INIT
FETC?
```

In diesem Segment werden mittels `INIT` eingeleitete Messungen im Messwertspeicher abgelegt. Bei Abruf mittels `FETC?` aus dem Speicher in den Ausgabepuffer werden die Messwerte in das REAL-Format konvertiert.

Einstellen der Byte-Reihenfolge für die Blockübertragung

Mit den Befehlen **`READ?`**, **`FETCh?`**, **`R?`** und **`DATA:REMove?`** verknüpfte Übertragungen von REAL-(Binär-) Daten unbestimmter oder bestimmter Länge (Tabelle 7-1) haben eine standardmäßige **`NORMal`**-Byte-Reihenfolge, in der das höchstwertige Byte (MSB) zuerst gesendet wird (Big-Endian-Byte-Reihenfolge). Folgender Befehl wird verwendet, um die Byte-Reihenfolge anzugeben oder zu ändern:

`FORMat:BORDer {NORMal | SWAPped}`
`FORMat:BORDer?` `(Abfrageformular)`

Mit der **`SWAPped`**-Byte-Reihenfolge wird das niedrigstwertige Byte jedes Datenpunkts (Messwerts) zuerst gesendet (Little-Endian-Byte-Reihenfolge). Die meisten PCs verwenden die vertauschte (Little-Endian)-Byte-Reihenfolge.

Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Voreinstellung am vorderen Bedienfeld (Preset) wird die Byte-Reihenfolge auf NORMal gesetzt.

Messwertübertragungsgröße

Jeder im ASCII-Format aus dem Ausgabepuffer gelesene Messwert ist 23 Byte lang. Jeder Messwert im REAL-Format ist acht Byte lang.

Datenfluss

Der Fluss der Messungsdaten im Zähler ist in Abbildung 7-1 zusammengefasst.

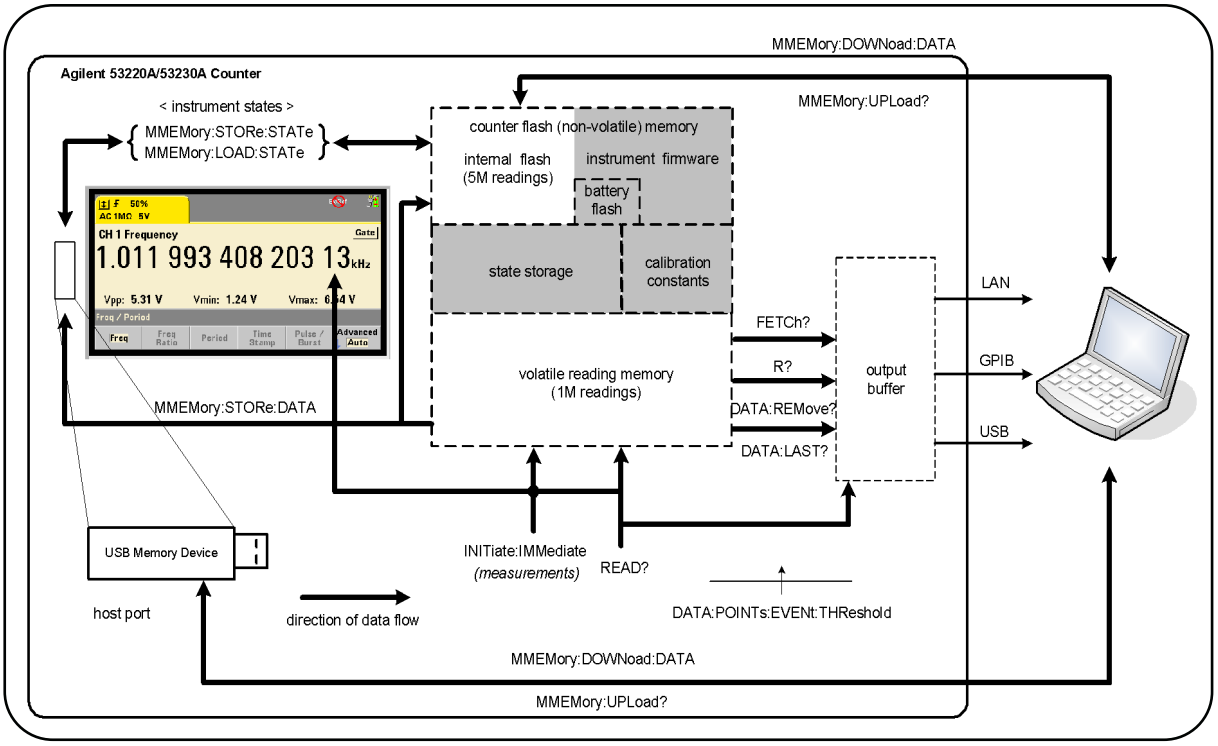


Abbildung 7-1. Datenfluss im Zähler 53220A/53230A

Zu den Messwertspeicherorten zählen **vorderes Bedienfeld**, **Messwertspeicher** (flüchtig), **Ausgabepuffer**, **interner Flash-Speicher** (permanent) und **externer USB-Speicher**.

Die Befehle, die den Datenfluss bestimmen, sind in Tabelle 7-2 aufgelistet und werden in den folgenden Absätzen beschrieben.

Tabelle 7-2. Befehle, die den Datenfluss beeinflussen

Befehl	Speicherorte für Zugriff	Übertragene Messwerte	Messwert-speicher gelöscht	Zulässig während Messung
Read?	Vorderes Bedienfeld Messwertspeicher Ausgabepuffer	Alle	Nein	Nein
INITiate:IMMediate	Vorderes Bedienfeld Messwertspeicher	Keine	Nein	Nein
FETCh?	Messwertspeicher Ausgabepuffer	Alle	Nein	Nein
R?	Messwertspeicher Ausgabepuffer	Alle oder angegebene Zahl	Ja	Ja
DATA:REMove?	Messwertspeicher Ausgabepuffer	Angegebene Zahl	Ja	Ja
DATA:LAST?	Messwertspeicher Ausgabepuffer	1	Nein	Ja
MMEMORY:STORe:DATA	Messwertspeicher Interner Flash-Speicher Externer USB-Speicher	Alle	Nein	Nein

Display des vorderen Bedienfelds

Am **vorderen Bedienfeld** oder über eine E/A-Schnittstelle durchgeführte Messungen werden im Display wie in Abbildung 7-1 dargestellt angezeigt. Eine Übersicht der Display-Funktionen siehe Kapitel 1.

Messwertspeicher

Alle Zählermesswerte werden nicht nur angezeigt, sondern auch im **flüchtigen Messwertspeicher** des Zählers abgelegt (Abbildung 7-1). Die Speicherkapazität beträgt 1.000.000 Messwerte. Der Messwertspeicher hat folgende Attribute:

1 Der Messwertspeicher wird nach einem Funktionswechsel, während der Ausführung des Befehls **`READ?`**, **`INITiate:IMMediate`** oder **`MEASure?`**, nach Aus-/Einschalten oder einer Geräterücksetzung (**`*RST`**) oder Voreinstellung (**`SYSTem:PRESet`**) gelöscht.

2 Alle Messwerte werden in einem internen Zählerformat **gespeichert** - das programmierte Format (FORMat Subsystem) wird eingestellt, wenn Messwerte an den Ausgabepuffer übertragen werden.

3 Falls der **Messwertspeicher** überläuft, werden die ersten (ältesten) Messwerte überschrieben und das 'Reading Mem Ovfl'-Bit (14) im „Questionable Data"-Register gesetzt. Die aktuellen Messungen werden beibehalten.

Ausgabepuffer

Sobald sich die Daten im Ausgabepuffer befinden, können sie über LAN-, USB- und GPIB-Schnittstelle an den PC gesendet werden (Abbildung 7-1). Im folgenden Abschnitt wird erläutert, wie Messwerte vom Speicher an den Puffer übertragen werden. Wenn der **Ausgabepuffer** während einer Übertragung vollständig gefüllt wird, wird die Befehlsausführung angehalten, bis die Messwerte durch den PC abgerufen werden und so wieder Platz im Puffer geschaffen wird. Es gehen keine Messwerte verloren.

Übertragen von Messwerten vom Speicher an den Ausgabepuffer

Die folgenden Befehle übertragen Messwerte vom flüchtigen Messwertspeicher an den Puffer.

READ? - entspricht der Ausführung von INITiate:IMMediate, direkt gefolgt von FETCh?. Mit READ? werden **alle** von TRIGger:COUNt und SAMPle:COUNt angegebenen Messwerte sofort in den **Ausgabepuffer** gelesen, sobald sie vollständig sind und sich im Speicher befinden (Abbildung 7-1).

Im Datenformat REAL (FORMat-Subsystem) wird jedem Block von READ? generierter Messwerte ein Header eines Blockes unbestimmter Länge gemäß IEEE 488.2 vorangestellt (Tabelle 7-1). Darum sollte READ? beim Senden mehrerer Befehle in einem einzelnen Befehlsstring immer an letzter Stelle stehen.

READ? Beispiel

```
// Frequenzmessung eines 500-kHz-Signals mit uHz-Auflösung
CONF:FREQ 500E3, 1E-6, (@1)  // Zähler konfigurieren
   TRIG:COUN 1       // Triggerzahl festlegen
   SAMP:COUN 10      // 10 Messwerte erfassen
READ?                // nach Abschluss Messwerte lesen
```

FETCh? - wird auf **INITiate:IMMediate** folgend verwendet. Nach Abschluss **aller** durch TRIGger:COUNt und SAMPle:COUNt angegebenen Messungen überträgt FETCh? die Messwerte vom Messwertspeicher in den Ausgabepuffer. Da bei dieser Aktion der **Messwertspeicher nicht gelöscht wird**, können Messwerte mehrfach aus dem Speicher abgerufen werden. Sind während eines Abrufvorgangs keine Messwerte verfügbar oder werden gerade Messungen durchgeführt, wird Fehler -230, „Data corrupt or stale“, generiert.

Im Datenformat REAL (FORMat-Subsystem) wird jedem Block von FETCh? abgerufener Messwerte ein Header eines Blockes unbestimmter Länge gemäß IEEE 488.2 vorangestellt (Tabelle 7-1). Beim Senden mehrerer Befehle in einem einzelnen Befehlsstring sollte FETCh? immer an letzter Stelle stehen.

FETCh? Beispiel

```
// Frequenzmessung eines 500-kHz-Signals mit uHz-Auflösung
CONF:FREQ 500E3, 1E-6, (@1)  // Zähler konfigurieren
   TRIG:COUN 1       // Triggerzahl festlegen
   SAMP:COUN 10      // 10 Messwerte erfassen
INIT:IMM             // Zähler zum Starten der
                     // Messwerterfassung initialisieren
FETC?                // Messwerte nach Abschluss aus
                     // Speicher abrufen
```

R? [<max._Zahl>] - wird auf **INITiate:IMMediate** folgend verwendet. Übertragen aller oder **maximal** der angegebenen **max._Zahl** von Messwerten an den Ausgabepuffer und (beginnend mit dem ältesten) **Löschen** dieser Messwerte im Messwertspeicher.

Im Gegensatz zu FETCh? kann R? zum Übertragen von Messwerten vor Erreichen der gesamten Messwertzahl (TRIGger:COUNt x SAMPle:COUNt) verwendet werden, um einen Speicherüberlauf zu verhindern. Sind beim Senden von „R?“ keine Messwerte verfügbar oder werden gerade Messungen durchgeführt, wird Fehler -230, „Data corrupt or stale“, generiert.

Messwerte werden im Block-bestimmter-Länge-Format (Tabelle 7-1) im ASCII- oder REAL- (Binär-) Format (FORMat-Subsystem) übertragen. Der ‘älteste’ Messwert wird zuerst übertragen (First In - First Out).

R? Beispiel

```
// Frequenzmessung eines 500-kHz-Signals mit uHz-Auflösung
CONF:FREQ 500E3, 1E-6, (@1)  // Zähler konfigurieren
   TRIG:COUN 2        // Triggerzahl festlegen
   SAMP:COUN 2500     // Messwerte/Trigger festlegen
INIT:IMM              // Zähler zum Starten der
                      // Messwerterfassung initialisieren
```

5S200nGruäpPrpn wAsrp

```
R? 2500       // erste 2.500 Messwerte lesen und löschen
```

2.500 Sekunden warten

```
R?            // alle verbleibenden Messwerte lesen und
              // löschen
```

DATA:REMove? <Zahl>[,WAIT] - wird auf **INITiate:IMMediate** folgend verwendet. Die **Zahl** entsprechende Anzahl von Messwerten wird an den Ausgabepuffer übertragen und die Messwerte im Messwertspeicher werden **gelöscht**. Im Gegensatz zu FETCh? kann DATA:REMove? zum Übertragen von Messwerten vor Erreichen der gesamten Messwertzahl (TRIGger:COUNt x SAMPle:COUNt) verwendet werden, um einen Speicherüberlauf zu verhindern. Zahl ist jedoch ein erforderlicher Parameter, und darum muss die Zahl entsprechende Anzahl von Messwerten verfügbar sein, bevor sie gelöscht werden können. Bei Einbeziehung von **WAIT** wartet der Befehl, bis die Zahl entsprechende Anzahl von Messwerten verfügbar ist. So wird verhindert, dass Fehler -222 auftritt, „Data Out of Range“, wenn die angegebene Zahl nicht verfügbar ist.

Im Datenformat REAL (FORMat-Subsystem) werden die Messwerte im Block-bestimmter-Länge-Format (Tabelle 7-1) übertragen. Der ‘älteste’ Messwert wird zuerst übertragen (First In - First Out).

DATA:REMove? Beispiel

```
// Frequenzmessung eines 500-kHz-Signals mit uHz-Auflösung
CONF:FREQ 500E3, 1E-6, (@1)  // Zähler konfigurieren
   TRIG:COUN 2        // Triggerzahl festlegen
   SAMP:COUN 2500     // Messwerte/Trigger festlegen
INIT:IMM              // Zähler zum Starten der
                      // Messwerterfassung initialisieren
DATA:REM? 2500,WAIT   // auf erste 2.500 Messwerte warten
                      // und sie lesen
DATA:REM? 2500,WAIT   // auf letzte 2.500 Messwerte warten
                      // und sie lesen
```

DATA:LAST? - Rückgabe des zuletzt erfassten Messwerts und **Einbeziehung von Messwerteinheiten** (Hz, s). Der Messwert wird nicht aus dem Speicher gelöscht und der Befehl kann vor Erreichen der gesamten Messwertzahl (`TRIGger:COUNt` x `SAMPle:COUNt`) gesendet werden.

DATA:LAST? Beispiel

```
// Frequenzmessung eines 500-kHz-Signals mit uHz-Auflösung
CONF:FREQ 500E3, 1E-6, (@1)  // Zähler konfigurieren
   TRIG:COUN 1        // Triggerzahl festlegen
   SAMP:COUN 100      // 100 Messwerte erfassen
INIT:IMM              // Zähler zum Starten der
                      // Messwerterfassung initialisieren
```

20 Sekunden warten

```
DATA:LAST? // Messwert (mit Einheiten) 20 s nach Start
           // abrufen
FETC?           // alle Messwerte nach Abschluss aus
                // Speicher abrufen
```

Diese typische Antwort zeigt eine Untergruppe von Daten:

+4.999962418998650E+005 HZ
...+4.999962370997962E+005,**+4.999962418998650E+005**,+4.999962407190446E+005,+4.999962443559675E+005,...

Abfragen der Messwertzahl

Die Gesamtzahl der zu einem bestimmten Zeitpunkt im Speicher abgelegten Messwerte kann mit folgendem Befehl bestimmt werden:

DATA:POINts?

Die Messwertzahl kann vor Erreichen der gesamten Messwertzahl (`TRIGger:COUNt` x `SAMPle:COUNt`) gelesen werden.

Einstellen eines Messwertschwellenwerts im Speicher

Mit folgendem Befehl können Sie einen Messwertschwellenwert im flüchtigen Speicher des Zählers einrichten:

DATA:POINts:EVENt:THReshold <Zahl>
DATA:POINts:EVENt:THReshold? (Abfrageformular)

- wenn die **Zahl** entsprechende Anzahl von Messwerten sich im Messwertspeicher befindet, wird Bit 12 (Rdg Mem Threshold) im Standard Operation Register auf '1' gesetzt. Durch Überwachung dieses Bit können Messwerte vom Speicher in den Ausgabepuffer übertragen werden, sobald eine bestimmte Zahl von Messungen stattgefunden hat.

Nach Erreichen des Schwellenwerts muss die Anzahl der Messwerte im Speicher unter den Schwellenwert fallen, damit ein erneutes Erreichen des Schwellenwerts erkannt wird.

Beispiel für Speicherschwellenwert

(Bitte beachten Sie, dass dieses Beispiel auch auf der Keysight 53210A/53220A/53230A Product Reference CD-ROM enthalten ist.)

Dieses Programm richtet den Zähler zum Erfassen von 1.250.000 Messwerten ein. Da die Kapazität des flüchtigen Messwertspeichers 1.000.000 Messwerte umfasst, werden Messwerte überschrieben (Speicherüberlauf), wenn Daten nicht abgerufen werden, bevor der Speicher vollständig gefüllt ist. Um einen Speicherüberlauf zu verhindern, wird ein Messwertschwellenwert festgelegt und überwacht. Wenn die Anzahl der Messwerte im Speicher den Schwellenwert erreicht, werden alle dann im Speicher befindlichen Messwerte abgerufen.

```
*RST;*CLS                    // zurücksetzen, um mit
                             // bekanntem Status zu beginnen
SYST:TIM .001                // 1 ms Messzeitüberschreitung
                             // einstellen
CONF:FREQ 1E6, 0.1, (@1)     // Messungen konfigurieren
   TRIG:COUN 5               // 5 Systemtrigger senden
   SAMP:COUN 250E3           // 250 Messwerte/Trigger
                             // erfassen
   FORM:DATA REAL, 64        // binäres Datenformat
                             // einstellen
   DATA:POIN:EVEN:THR 10E3 // Speicherschwellenwert auf 10k
                             // einstellen
INIT                         // Messwerterfassung
                             // initialisieren
// Schleifendurchlauf, bis alle Messwerte erfasst sind
For (cnt=0;cnt<1.25E6;cnt +=10000)
  Do
   {spoll=STAT:OPER:COND?;   // serielles Abfrage-
                             // bedingungsregister
    sleep (100)              // 100 ms warten
  }while !(spoll&4096) // Wiederholung bis Erreichen des
                       // Schwellenwerts
R? 10E3    // jeweils 10k Messwerte aus Speicher abrufen
```

Zählerdateisystem

Im flüchtigen Messwertspeicher befindliche Messungen und Zählerkonfigurationsstatus können im **internen** (permanenten) Flash-Speicher bzw. auf einem **externen**, an den ‘Host’-Anschluss am vorderen Bedienfeld (Abbildung 7-1) angeschlossenen USB-Speichergerät in Dateien gespeichert werden.

Dateien werden in Ordnern des Stammverzeichnisses bzw. deren Unterordnern erstellt. Die Beziehung zwischen Ordnern und Dateien im internen Flash-Speicher sowie auf dem USB-Laufwerk ist in Abbildung 7-2 dargestellt.

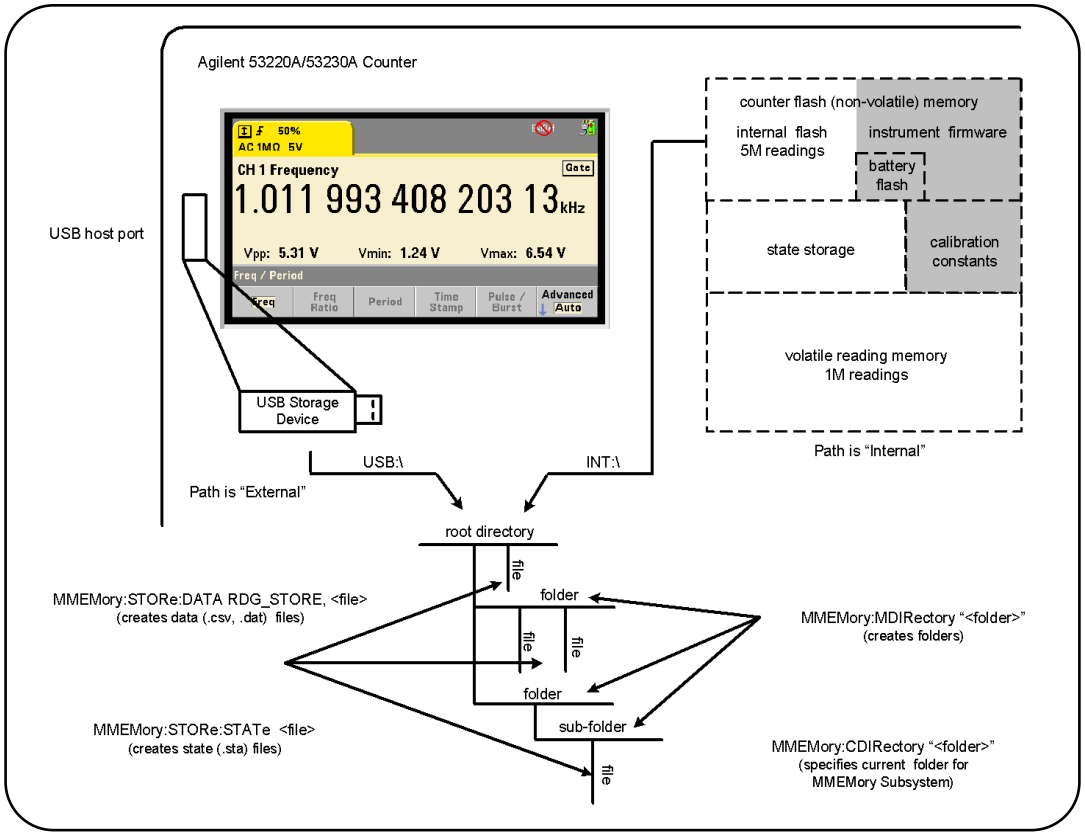
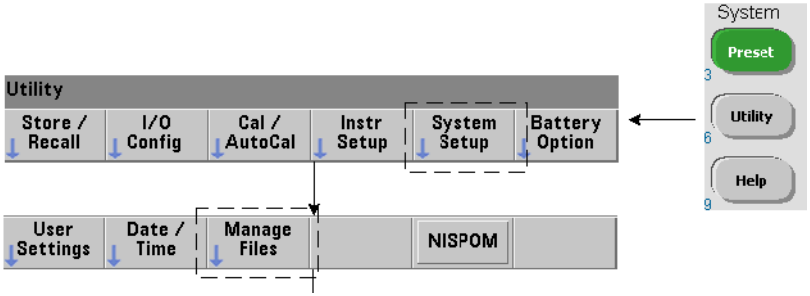


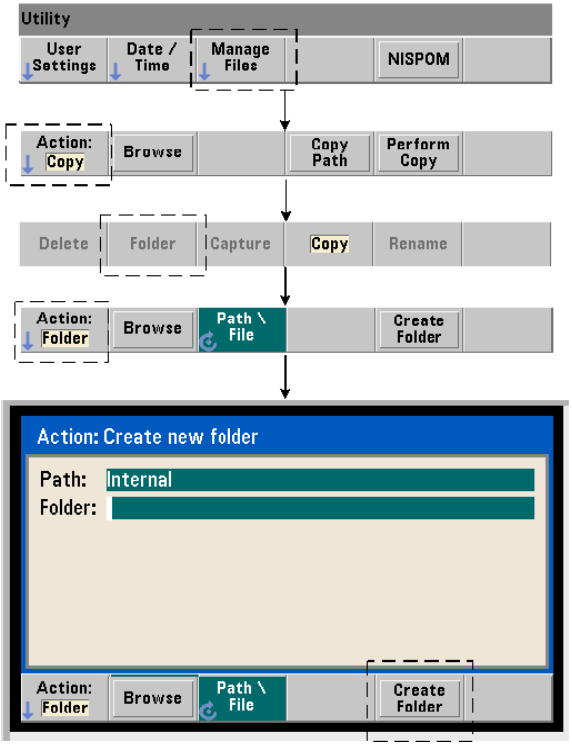
Abbildung 7-2. Ordner und Dateien im internen Speicher und USB-Speicher

Erstellen von Ordnern und Dateien im Flash-Speicher und auf dem USB-Laufwerk



Ordner und Dateien werden im Gerätespeicher und auf einem USB-Laufwerk wie in den folgenden Abschnitten beschrieben erstellt.

Erstellen von Ordnern



Ordner und Unterordner werden mit folgendem Befehl erstellt:

MMEMory:MDIRectory "<Ordner>"

- **Ordner** hat die Form `Laufwerk:Pfad`. `Laufwerk` ist entweder `INT` (interner Flash-Speicher) oder `USB` (externes Speichergerät). `Pfad` ist ein absoluter Pfad- und Ordnername, der mit \ oder / beginnt. `INT:\` ist der Standard für `Laufwerk:Pfad`.

Der Parameter `Ordner` darf 240 Zeichen nicht überschreiten, und die Zeichen \ / : * ? " < > | dürfen nicht in einem Ordnernamen enthalten sein. So erstellen Sie einen Ordner:

```
// Ordner 'dut_1' mit Unterordner 'data1' im
Stammverzeichnis // des internen Flash-Speichers erstellen
MMEM:MDIR "INT:\dut_1"
MMEM:MDIR "INT:\dut_1\data1"
```

Beachten Sie, dass Ordner und Unterordner nicht mit demselben Befehl erstellt werden können.

Eingeben eines Ordnernamens über das vordere Bedienfeld

Geben Sie im Fenster „Create new folder“, das auf der vorhergehenden Seite dargestellt ist, den Ordnernamen (oder einen beliebigen Dateinamen) wie folgt ein:

1. Drücken Sie den Softkey ‘ Browse’ und markieren Sie mit dem Drehknopf am vorderen Bedienfeld den internen Flash-Speicher des Zählers (Internal) oder, sofern vorhanden, das am Hostanschluss des vorderen Bedienfelds angeschlossene USB-Laufwerk (External). Drücken Sie den Softkey ‘Select’, um das Laufwerk auszuwählen.

2. Um einen Ordnernamen zu erstellen, drehen Sie den Drehknopf zur Auswahl eines Zeichens. Der Drehknopf scrollt durch A-Z (Großbuchstaben), a-z (Kleinbuchstaben), Zahlen 0-9, ausgewählte Tastaturzeichen, Dezimalpunkt (.), Unterstrich (_) und Leerzeichen. Drücken Sie nach Einstellung des gewünschten Zeichens die rechte Pfeiltaste (>) unter dem Knopf, um zur nächsten Position zu wechseln.

3. Wiederholen Sie dies, bis der Ordnername vollständig ist. Verwenden Sie die linke Pfeiltaste (<), um zurückzugehen und ein Zeichen zu ändern. Bei Änderung des

Zeichens in ein Leerzeichen wird das Zeichen gelöscht. Drücken Sie ‘Create Folder’, um den Ordner zu erstellen.

Angeben eines Standardordners

Wenn Sie einen Ordner als Standard- (aktuellen) Ordner festlegen, müssen Sie nicht bei jedem Erstellen oder Referenzieren eines Unterordners bzw. einer Datei einen absoluten Pfad angeben. Mit dem Befehl

```
MMEMory:CDIRectory "<Ordner>"
MMEMory:CDIRectory?                    (Abfrageformular)
```

wird **`Ordner`** als **aktueller Ordner** ausgewählt, der von darauf folgenden `MMEMory`-Subsystembefehlen verwendet wird. `Ordner` hat die Form `Laufwerk:Pfad` (Details zu `Laufwerk:Pfad` siehe `MMEMory:DIRectory`).

Eine Alternative zum Erstellen der Ordner `dut_1` und `data1` ist beispielsweise:

```
// Ordner ‘dut_1’ erstellen und als aktuellen Ordner
// auswählen Unterordner ‘data1’ erstellen
MMEM:MDIR "INT:\dut_1"
MMEM:CDIR "INT:\dut_1"
MMEM:MDIR "data1"
```

Bei Angabe eines Ordnernamens wird der **aktuelle** Ordner referenziert. Wenn ein aktueller Ordner (`MMEM:CDIR`) **nicht** angegeben wurde und ein Laufwerkname (INT oder USB) nicht einbezogen ist, wird das Standardlaufwerk „INT:“ referenziert. Zum Beispiel:

```
MMEM:MDIR "dut_2"
```

erstellt den Ordner ‘`dut_2`’ auf dem Stammlaufwerk INT.

Nach einem Zurücksetzen (`*RST`) oder einer Gerätevoreinstellung (`SYSTem:PRESet`) setzt der Zähler den aktuellen Ordner auf das Stammverzeichnis des internen Flash-Dateisystems („INT:\“) zurück.

Erstellen von Datendateien

Informationen zur Speicherung von Messdaten am vorderen Bedienfeld siehe „Histogramme“ bzw. „Trenddiagramme“ und „Datenprotokollierung“ in Kapitel 6.

Der Befehl zum Übertragen von Daten aus dem Messwertspeicher in eine Datei im internen Flash-Speicher oder auf einem USB-Gerät (Abbildungen 7-1 und 7-2) lautet:

MMEMory:STORe:DATA RDG_STORE, "<Datei>"

<Datei> wird während der Ausführung des Befehls erstellt und das Dateiparameterformat ist „[Laufwerk:Pfad]<Dateiname>“. Laufwerk ist entweder INT (interner Flash-Speicher) oder USB (externes Speichergerät). Pfad ist ein absoluter Pfad- und Ordnername. Wird ein Ordner angegeben, so muss er bereits erstellt worden sein.

Die Kombination von Ordner und Dateiname darf 240 Zeichen nicht überschreiten und es darf keines dieser Zeichen enthalten sein: \ / : * ? " < > |.

Das Format der übertragenen Messwerte wird durch die Dateinamen-Erweiterung angegeben. Wird **.csv** angegeben, werden die Daten als kommagetrennte Werte (CSV) in einer Messung pro Zeile im ASCII-Format gespeichert. Wird **.dat** angegeben, werden die Daten als REAL-Werte mit Little-Endian-Byte-Reihenfolge gespeichert.

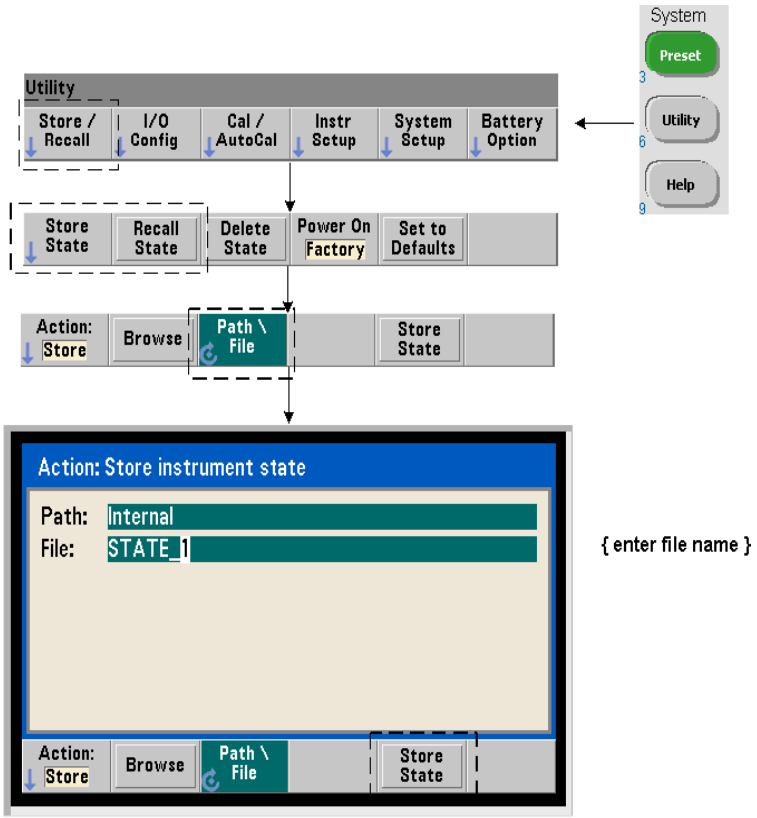
Mit der folgenden Befehlssequenz werden ein Ordner auf einem USB-Speichergerät erstellt, ein Satz Frequenzmessungen erfasst sowie eine Datei erstellt und die Messungen aus dem (flüchtigen) Messwertspeicher in den Ordner kopiert.

Beispiel zum Erstellen einer Datendatei

```
MMEM:MDIR "USB:\dut_1"  // Ordner im USB-Speicher erstellen
MMEM:CDIR "USB:\dut_1"  // aktuellen Ordner angeben
CONF:FREQ 100E3,(@1)    // Messung konfigurieren
   SAMP:COUN 50         // 50 Messungen erfassen
INIT                    // Messungen starten
```

```
*WAI                        // auf Abschluss der Messwerte
                            // warten
MMEM:STOR:DATA RDG_STORE, "data1.csv" // Datei erstellen,
                                      // kopieren
```

Erstellen von Statusdateien



Gerätestatus können im internen Flash-Speicher des Geräts oder auf einem USB-Speichergerät gespeichert und später zur Wiederherstellung einer spezifischen Konfiguration abgerufen werden (Abbildung 7-2).

Die Befehle zum Speichern und Laden von Zählerstatus lauten:

```
MMEMory:STORe:STATe <"Datei">
MMEMory:LOAD:STATe <"Datei">
```

<Datei> wird während der Ausführung des Befehls STORe erstellt. Das Parameterformat ist „[Laufwerk:Pfad]<Dateiname>“. Laufwerk ist entweder INT (interner Flash-Speicher) oder USB (externes Speichergerät). Pfad ist ein absoluter Pfad- und Ordnername. Wird ein Ordner angegeben, so muss er bereits erstellt worden sein (siehe MMEMory:MDIRectory).

Die Kombination von Ordner und Dateiname darf 240 Zeichen nicht überschreiten und nicht die Zeichen \ / : * ? " < > | enthalten. Statusdateien haben die Erweiterung „sta“.

Beispiel für eine Statusdatei

Das folgende Beispiel zeigt die Interaktion zwischen Ordnern, die am vorderen Bedienfeld erstellt wurden, und per Programm erstellten/gespeicherten Statusdateien. Für diese Sequenz wurde der Ordner SETUP_1 auf dem internen Flash-Laufwerk am **vorderen Bedienfeld** erstellt. Er wird dann (im Programm) als aktueller Ordner angegeben und eine Statusdatei wird gespeichert und aus diesem Ordner abgerufen.

```
MMEM:CDIR "INT:\SETUP_1"    // als aktuellen Ordner angeben
```

Gerät per Programm oder am vorderen Bedienfeld konfigurieren

```
MMEM:STOR:STAT "test1.sta" // Konfiguration speichern
```

Konfiguration (Status) zu späterem Datum abrufen (auch nach zwischenzeitlichem Aus-/Einschalten)...

```
MMEM:LOAD:STAT "INT:\SETUP_1\test1.sta" // Status laden
```

Status am vorderen Bedienfeld speichern

Wenn das Gerät **wie erforderlich konfiguriert ist**, wird der Status wie folgt am vorderen Bedienfeld gespeichert:

1. Verwenden Sie die Taste Utility und die auf der vorherigen Seite angezeigten Softkeys, um die Dateiaktion ‘Store’ einzustellen.

2. Drücken Sie den Softkey ‘Browse’, um das Fenster ‘File System’ anzuzeigen. Heben Sie mithilfe des Eingabedrehknopfs des vorderen Bedienfelds das Stammverzeichnis

oder einen Ordner im internen Flash-Speicher des Zählers (Internal) oder auf dem USB-Laufwerk (External) hervor. Sind keine Ordner sichtbar, drücken Sie ‘Browse’ erneut, um die Verzeichnisstruktur anzuzeigen.

Drücken Sie den Softkey ‘Select’, um das Verzeichnis oder den Ordner auszuwählen.

3 Geben Sie den Dateinamen ein. Der Drehknopf scrollt durch A-Z (Großbuchstaben), a-z (Kleinbuchstaben), Zahlen 0-9, ausgewählte Tastaturzeichen, Dezimalpunkt (.), Unterstrich (_) und Leerzeichen. Drücken Sie nach Einstellung des gewünschten Zeichens die rechte Pfeiltaste (>) unter dem Knopf, um zur nächsten Position zu wechseln.

4 Wiederholen Sie dies, bis der Dateiname vollständig ist. Verwenden Sie die linke Pfeiltaste (<), um zurückzugehen und ein Zeichen zu ändern. Bei Änderung des Zeichens in ein Leerzeichen wird das Zeichen gelöscht.

5 Drücken Sie ‘STORE STATE’, um den Status unter dem definierten Dateinamen zu speichern. Eine Erweiterung „.sta“ wird dem Dateinamen hinzugefügt.

6 Status (Statusdateien) werden durch Drücken des Softkeys ‘RECALL STATE’, Hervorheben des Dateinamens und Drücken von ‘Select’ abgerufen. Der Status wird sofort abgerufen.

Speichern der Benutzereinstellungen

Permanente E/A-Einstellungen und Benutzereinstellungen können mit folgenden Befehlen gespeichert und abgerufen werden:

```
MMEMory:STORe:PREFerences <Datei>
MMEMory:LOAD:PREFerences <Datei>
```

`<Datei>` wird während der Ausführung des Befehls `STORe` erstellt. Das Parameterformat ist „`[Laufwerk:Pfad]<Dateiname>`“. `Laufwerk` ist entweder `INT` (interner Flash-Speicher) oder `USB` (externes Speichergerät). `Pfad` ist ein absoluter Pfad- und Ordnername. Wird ein Ordner angegeben, so muss er bereits erstellt worden sein (siehe `MMEMory:MDIRectory`).

Die Kombination von Ordner und Dateiname darf 240 Zeichen nicht überschreiten und nicht die Zeichen \ / : * ? " < > | enthalten. Einstellungsdateien haben die Erweiterung „.prf“.

Benutzereinstellungen enthalten Einstellungen wie:

- Anzeigehelligkeit, Basis, Trennzeichen und Bildschirmschonerstatus
- ausgewählte Hilfesprache
- Einstellungen zu Statusabruf und -auswahl
- Referenzoszillatorquelle, externe Referenzfrequenz, Standby-Einstellung
- Auto-Level-Minimalfrequenz
- Akkustatus (aktiviert, deaktiviert)
- Signaltoneinstellung
- Messungs-Zeitüberschreitung
- 531xx SCPI-Kompatibilitäts-Spracheinstellung

Beachten Sie beim Laden einer Einstellungsdatei, die eine statische IP-Adresse für das LAN festlegt, dass sich nicht zwei Geräte mit derselben IP-Adresse in Ihrem LAN befinden. Dies könnte in beiden Geräten zu LAN-Konfigurationsfehlern führen.

Benutzereinstellungen **können nicht** am vorderen Bedienfeld gespeichert oder geladen (abgerufen) werden.

Verwenden von *SAV und *RCL

Die allgemeinen IEEE-488.2-Befehle `*SAV` und `*RCL` stehen zusätzlich zum Speichern und Abrufen von Gerätestatus zur Verfügung. Mit diesen Befehlen können bis zu fünf Status nach **Speicherortnummer** im internen Flash-Speicher des Zählers gespeichert und daraus abgerufen werden. Mit dieser Methode gespeicherte Status können auch für den Abruf beim Einschalten angegeben werden.

`*SAV {0|1|2|3|4}`

Speicherung des aktuellen Gerätestatus in einem von fünf `{0|1|2|3|4}` Statusspeicherorten im Flash-Speicher. Statusspeicherort `0` ist ein gültiger Speicherort; beim **Einschalten** wird der Gerätestatus jedoch automatisch im Speicherort `0` gespeichert und überschreibt ggf. jeglichen dort gespeicherten Status. Alle Parameter des Status des Zählers mit Ausnahme der „Benutzereinstellung“-Parameter, z. B. denen zur Konfiguration der Anzeige des vorderen Bedienfelds, werden gespeichert.

Ein Beispiels des Befehls ist:

```
*SAV 1  // aktuellen Status in Statusspeicherort 1 speichern
```

Folgende Dateinamen im Stammverzeichnis des internen Flash-Speichers repräsentieren die Statusspeicherorte 0-4:

```
STATE_0.sta
STATE_1.sta
STATE_2.sta
STATE_3.sta
STATE_4.sta
```

Gespeicherte Zählerstatus werden mit folgendem Befehl abgerufen:

`*RCL {0|1|2|3|4}`

`{0|1|2|3|4}` sind die fünf Statusspeicherorte. Ein Beispiels des Befehls ist:

```
*RCL 1  // Konfiguration aus Statusspeicherort 1 abrufen
```

Beim Abrufen eines Status mit `*RCL` wird nur die **Speicherortnummer** angegeben. Beim Abrufen eines nummerierten Statusspeicherorts am **vorderen Bedienfeld** wird der Dateiname des Speicherorts verwendet (z. B. `STATE_1.sta`).

Weitere Informationen siehe „Benutzerdefinierte Einschaltstatus“.

Überprüfen eines abgerufenen Status Vor Abruf eines Status kann sein Speicherort abgefragt werden, um zu bestimmen, ob ein gültiger Status vorhanden oder der Speicherort leer ist.

```
MEMory:STATe:VALid? {0|1|2|3|4}
```

fragt den angegebenen Statusspeicherort ab. Bei Rückgabe von ‘0’ ist der Speicherort leer. Bei Rückgabe von ‘1’ ist ein gültiger Status vorhanden. Zum Beispiel:

```
// überprüfen, ob ein gültiger Status in Speicherort 3
// gespeichert ist; 0 = kein Status gespeichert,
// 1 = gültiger Status in Speicherort 3
MEM:STAT:VAL? 3
```

Benutzerdefinierte Einschaltstatus

Der Zähler 53220A/53230A kann zum Einschalten mit einem von fünf gespeicherten Statusspeicherorten oder einer Statusdatei eingestellt werden (Abbildung 7-2). Hierzu müssen folgende Voraussetzungen erfüllt sein:

1. der Status muss aktuell **gespeichert** sein
2. Abrufen muss **aktiviert** sein
3. Statusspeicherort oder Dateiname muss **ausgewählt** sein

Folgende Befehle bilden diese Sequenz:

```
// Status in Gerätestatusspeicherorten 0-4 speichern
*SAV {0|1|2|3|4}
```

oder

```
// Status in Statusdatei (.sta) speichern - intern oder USB
MMEMory:STORe:STATe <"Datei">

// automatisches Abrufen beim Einschalten aktivieren
MEMory:STATe:RECall:AUTO {ON|OFF}
MEMory:STATe:RECall:AUTO?                (Abfrageformular)

// Statusspeicherort oder Datei für Abruf beim Einschalten
// auswählen
MEMory:STATe:RECall:SELect {0|1|2|3|4|<Datei>}
MEMory:STATe:RECall:SELect?              (Abfrageformular)
```

Wenn der automatische Abruf **aktiviert** und ein Statusspeicherort oder Dateiname **nicht ausgewählt ist**, wird der Zähler in dem Status eingeschaltet, in dem er zuletzt ausgeschaltet wurde (Speicherort 0).

In den folgenden Beispielen wird ein Status aus einem nummerierten Speicherort und einer Statusdatei im internen Flash-Speicher abgerufen.

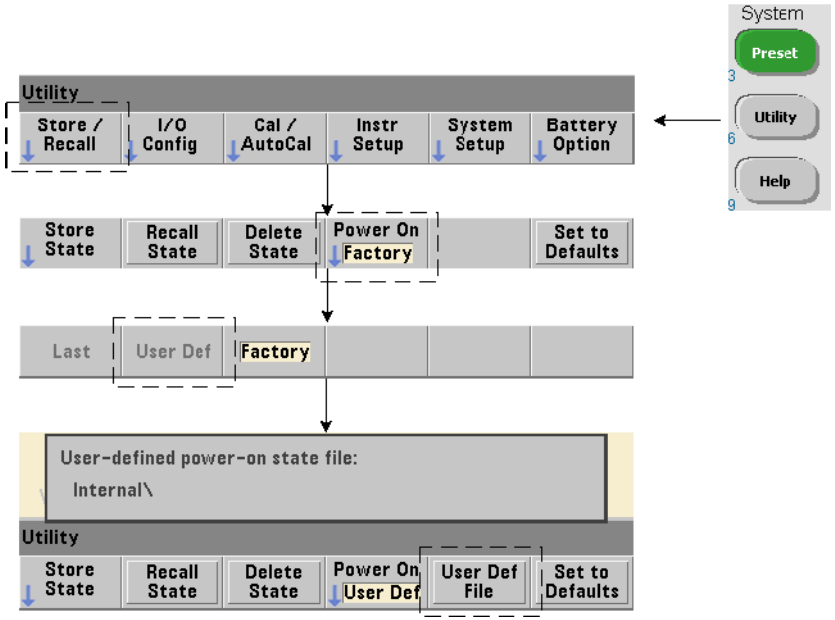
```
// Zähler konfigurieren

*SAV 2                  // Status in Speicherort 2 speichern
MEM:STAT:REC:AUTO ON    // Statusabruf beim Einschalten
                        // aktivieren
MEM:STAT:REC:SEL 2      // Status beim Einschalten in
                        // Speicherort 2 abrufen

// beim Aus-/Einschalten wird der Status in Speicherort 2
// abgerufen
```

und

```
MMEM:MDIR "INT:\SETUP_A"   // Ordner im INT-Speicher
                           // erstellen

// Zähler konfigurieren

// Status in Datei speichern
MMEM:STOR:STAT "INT:\SETUP_A\test_A.sta"
MEM:STAT:REC:AUTO ON    // Statusabruf beim Einschalten
                        // aktivieren
MEM:STAT:REC:SEL "test_A.sta"   // Datei beim Einschalten
                                // abrufen

// beim Aus-/Einschalten wird der Status test_A.sta
// abgerufen
```

HINWEIS Werkseitig ist der automatische Statusabruf **deaktiviert** (MEM:STAT:REC:AUTO OFF). Bei deaktiviertem Statusabruf werden die werkseitigen Einstellungen (*RST) beim Einschalten festgelegt.

Angeben der Einschaltstatus am vorderen Bedienfeld



Ein spezifischer Einschaltstatus kann folgendermaßen am vorderen Bedienfeld ausgewählt werden:

1 Wählen Sie im Menü Store/Recall die Option User Def mit dem Softkey ‘Power On’.

2 Drücken Sie User Def File zur Anzeige des Dateisystems. Wählen Sie den gewünschten Status zur Festlegung beim Einschalten durch Auswahl des gewünschten Ordners und Dateinamens. Beachten Sie, dass die Gerätestatusspeicherorte 0-4 durch Dateinamen (z. B. `STATE_3.sta`) gekennzeichnet sind. Geben Sie für Status, die in anderen Dateien (Speicherorten) gespeichert sind, die entsprechende Datei mit der Erweiterung `.sta` an.

Bei Auswahl von Last mit dem Softkey ‘Power On’ wird der zum Zeitpunkt des letzten Ausschaltens des Zählers gültige Gerätestatus abgerufen (Statusspeicherort 0). Bei Auswahl von Factory wird der Zähler im werkseitig eingestellten Status eingeschaltet.

Verwalten von Ordnern und Dateien

Im internen Flash-Speicher und auf einem USB-Speichergerät erstellte Ordner, Daten- und Statusdateien können am vorderen Bedienfeld oder mithilfe zusätzlicher Befehle in den Subsystemen `MMEMory` und `MEMory` verwaltet werden (d. h. gelöscht, kopiert, verschoben, katalogisiert).

Löschen von Ordnern

Ordner werden mit folgendem Befehl gelöscht (entfernt):

```
MMEMory:RDIRectory "<Ordner>"
```

Beim Löschen eines Ordners von einer **E/A-Schnittstelle** muss der Ordner leer sein (frei von Unterordnern oder Dateien). Der als aktueller Ordner (`MMEMory:CDIRectory`) angegebene Ordner kann nicht gelöscht werden. Am **vorderen Bedienfeld können** (nach Anforderung) nicht leere Ordner wie auch der (SCPI zugeordnete) aktuelle Ordner gelöscht werden.

Beispiel für Löschen eines Ordners

Im folgenden Beispiel wird ein (leerer) Unterordner gefolgt von seinem Stammordner gelöscht.

```
// USB-Ordner ‘dut_2’ und Unterordner ‘data2’ erstellen
MMEM:MDIR "USB:\dut_2"
MMEM:MDIR "USB:\dut_2\data2"
// Unterordner ‘data2’ und dann Ordner ‘dut_2’ entfernen
MMEM:RDIR "USB:\dut2\data2"
MMEM:RDIR "USB:\dut_2"
```

Löschen von Dateien

Daten- und Statusdateien, die sich auf dem internen Flash-Laufwerk des Geräts oder einem USB-Speichergerät befinden (Abbildung 7-2), werden mit folgendem Befehl gelöscht:

```
MMEMory:DELete <"Datei">
```

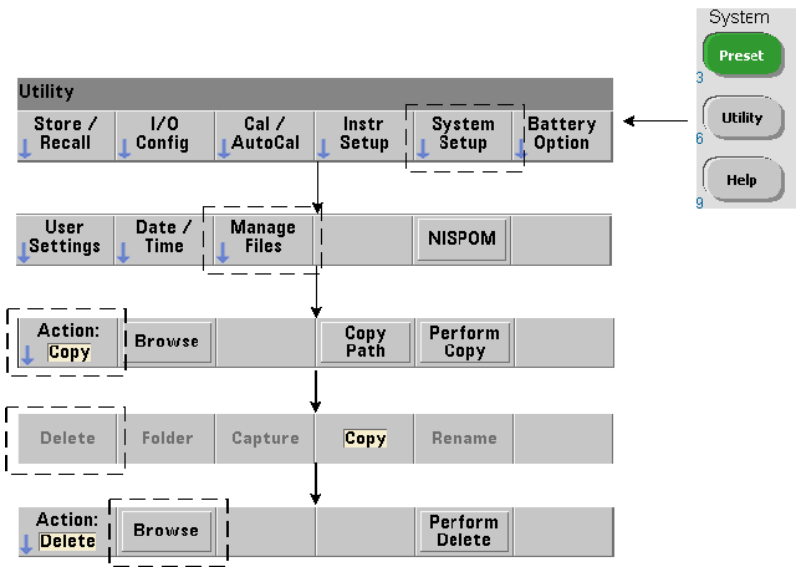
Das Dateiformat ist „[Laufwerk:Pfad]<Dateiname>“. Laufwerk ist entweder INT (interner Flash-Speicher) oder USB (externes Speichergerät). Befindet sich die gelöschte Datei nicht im angegebenen aktuellen Verzeichnis, ist Pfad ein absoluter, mit ‘\ ’ beginnender und vom Stammordner ausgehender Ordnerpfad. Der Dateiname muss die Dateinamenerweiterung enthalten. Zum Beispiel:

```
\\ Datendatei data1.csv in USB-Ordner dut_1 löschen
MMEM:DEL "USB:\dut_1\data1.csv"
```

Statusdateien, die **in den Statusspeicherorten 0 - 4** gespeichert sind, können auch mit folgenden Befehlen gelöscht werden:

```
MEMory:STATe:DELete {0|1|2|3|4}
MEMory:STATe:DELete:ALL

// den Inhalt von Statusspeicherort 2 löschen
MEM:STAT:DEL 2

// den Inhalt aller numerischen Statusspeicherorte löschen
MEM:STAT:DEL:ALL
```

Löschen von Ordnern und Dateien am vorderen Bedienfeld



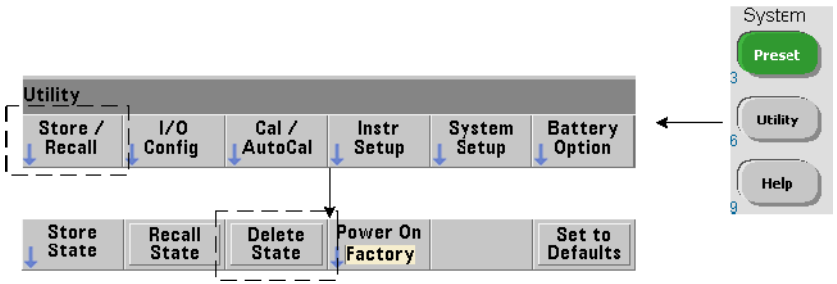
Ordner und Dateien werden wie folgt am vorderen Bedienfeld gelöscht:

1 Drücken Sie zuerst den Softkey 'Manage Files', dann den Softkey 'Action', und wählen Sie 'Delete'. (Die Aktion sollte zuerst ausgewählt werden.)

2 Drücken Sie den Softkey 'Browse', heben Sie mit dem Eingabedrehknopf des vorderen Bedienfelds Laufwerk, Ordner oder Datei hervor und drücken Sie 'Select'. Drücken Sie 'Browse' erneut, um den Inhalt eines Ordners anzuzeigen (und auszuwählen).

3 Drücken Sie bei Anzeige des Ordners oder der Datei im Fenster Path: oder File: „Perform Delete".

Löschen von Statusdateien



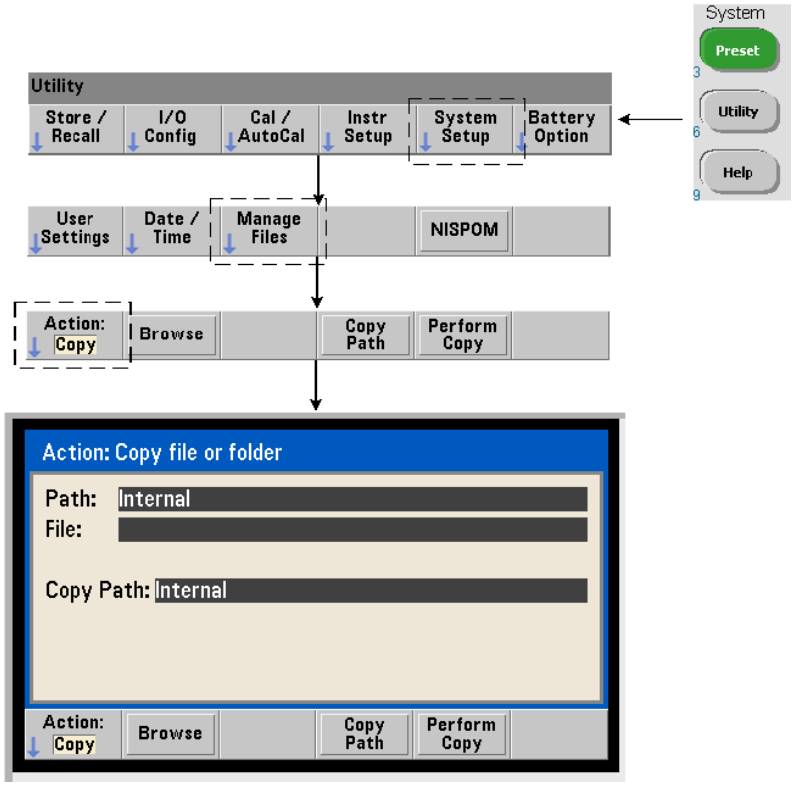
Statusdateien können außerdem folgendermaßen gelöscht werden:

1 Drücken Sie den Softkey 'Store/Recall', um das Statusmenü anzuzeigen.

2 Drücken Sie 'Delete State' zum Öffnen des Dateisystemfensters. Alle Statusdateien (Erweiterung .sta) in Stammlaufwerk und Verzeichnissen werden aufgelistet. Heben Sie mit dem Eingabedrehknopf die gewünschte Datei hervor.

3 Drücken Sie auf 'Select', um die Datei zu löschen. **Beachten Sie, dass die Statusdatei bei Drücken von 'Select' sofort gelöscht wird**.

Kopieren und Verschieben von Dateien



Dateien können innerhalb des Laufwerks oder zwischen Laufwerken kopiert oder verschoben werden.

```
MMEMory:COPY <"Datei1">, <"Datei2">
MMEMory:MOVE <"Datei1">, <"Datei2">
```

kopiert bzw. verschiebt (Quelle) `Datei1` an (Ziel) `Datei2`. Das Dateiformat ist „`[Laufwerk:Pfad]<Dateiname>`“. `Laufwerk` ist entweder `INT` (interner Flash-Speicher) oder `USB` (externes Speichergerät). Befindet sich die kopierte bzw. verschobene Datei nicht im angegebenen aktuellen Ordner (`MMEMory:CDIRectory`), muss `Pfad` in Quell- und Ziellaufwerk ein mit ‘\’ beginnender absoluter Pfad sein. Dateinamen müssen die Erweiterung aufweisen.

Der Ziel**ordner** in Kopier- oder Verschiebungsbefehl muss aktuell vorhanden sein. Der

Ordner wird nicht während des Kopierens bzw. Verschiebens erstellt.

Die folgenden Beispiele zeigen verschiedene Speicherorte, an die Dateien kopiert werden können:

```
// Datei aus Ordner in Stammverzeichnis des USB-Laufwerks
// kopieren
MMEM:COPY "INT:\dut_1\state1.sta" , "USB:\"

// Datei aus Ordner in Stammverzeichnis des USB-Laufwerks
// verschieben
MMEM:MOVE "INT:\dut_1\state1.sta" , "USB:\"

// Datei aus INT-Ordner in vorhandenen USB-Ordner kopieren
MMEM:COPY "INT:\dut_1\state1.sta" , "USB:\duts"

// Datei aus Ordner in vorhandenen Ordner kopieren - neuer
// Dateiname
MMEM:COPY "INT:\dut_1\state1.sta" , "USB:\duts\s1.sta"

// Datei von state1.sta in state2.sta umbenennen
MMEM:MOVE "INT:\dut_1\state1.sta" , "INT:\dut_1\state2.sta"
```

Kopieren von Dateien und Ordnern am vorderen Bedienfeld

Bei Auswahl der Dateiaktion Copy wie auf der vorhergehenden Seite gezeigt werden Ordner und Dateien wie folgt kopiert:

1. Drücken Sie den Softkey ‘Browse’, heben Sie mit dem Eingabedrehknopf des vorderen Bedienfelds *Quell*ordner oder -datei hervor und drücken Sie ‘Select’. (Drücken Sie ‘Browse’ erneut, um den Inhalt eines Ordners anzuzeigen).

2. Drücken Sie ‘Copy Path’, heben Sie *Ziel*laufwerk oder -ordner hervor und drücken Sie ‘Select’. Drücken Sie ‘Perform Copy’ zum Kopieren von Ordner oder Datei.

Ordnerkataloge

Zum Erstellen eines Katalogs **aller** Unterordner und Dateien bzw. von **separaten** Katalogen der **Datendateien** (.csv und .dat) und **Statusdateien** (.sta) pro Ordner stehen die folgenden Befehle zur Verfügung.

Die Befehle erstellen die Dateiliste und melden außerdem die Gesamtmenge des verwendeten sowie verfügbaren (freien) Speichers auf dem angegebenen Laufwerk.

`MMEMory:CATalog[:ALL]? [<"Ordner">]`
`MMEMory:CATalog:DATA? [<"Ordner">]`
`MMEMory:CATalog:STATe? [<"Ordner">]`

Das `Ordner`parameterformat hat die Form `Laufwerk:Pfad`. `Laufwerk` ist entweder `INT` (interner Flash-Speicher) oder `USB` (externes Speichergerät). `Pfad` ist ein absoluter Pfad- und Ordnername, der mit \ beginnt. Ist kein Ordner angegeben, wird der Inhalt des angegebenen aktuellen Ordners (`MMEMory:CDIRectory`) oder des Stammverzeichnisses des Laufwerks zurückgegeben.

Das Format der zurückgegebenen Daten ist:

```
<gesamter verwendeter Speicher>, <gesamter freier
Speicher>, <"Dateiliste">
```

`"Dateiliste"` in Anführungszeichen ("") ist weiter unterteilt in:

```
"<Dateiname>, <Dateityp>, <Dateigröße>"
```

Verwendeter und freier Speicher sowie Dateigröße werden in Byte angegeben. Unten finden Sie Beispiele möglicher Rückgaben einzelner `CATalog`-Befehle für einen Ordner oder ein externes USB-Speichergerät mit Unterordner sowie „.csv-“Datendatei, „.dat“-Datendatei und einer Statusdatei:

```
MMEMory:CATalog[:ALL]?
253657088,519798784,"data1.csv,ASC,12500","state1.sta,STAT,860","
data2.dat,BIN,1600","dut_a,FOLD,0"

MMEMory:CATalog:DATA?
253657088,519798784,"data1.csv,ASC,12500","data2.dat,BIN,1600"

MMEMory:CATalog:STATe?
253657088,519798784,"state1.sta,STAT,860"
```

8
Gerätestatus

Keysight 53220A/53230A Statussystem 281
„Questionable Data“-Registergruppe 281
„Standard Operation“-Registergruppe 282
„Standard Event“-Register 284
„Status Byte“-Register 285

In diesem Kapitel werden die zur Überwachung der Bedingungen im 53220A/53230A Zähler verwendeten Statusregister behandelt.

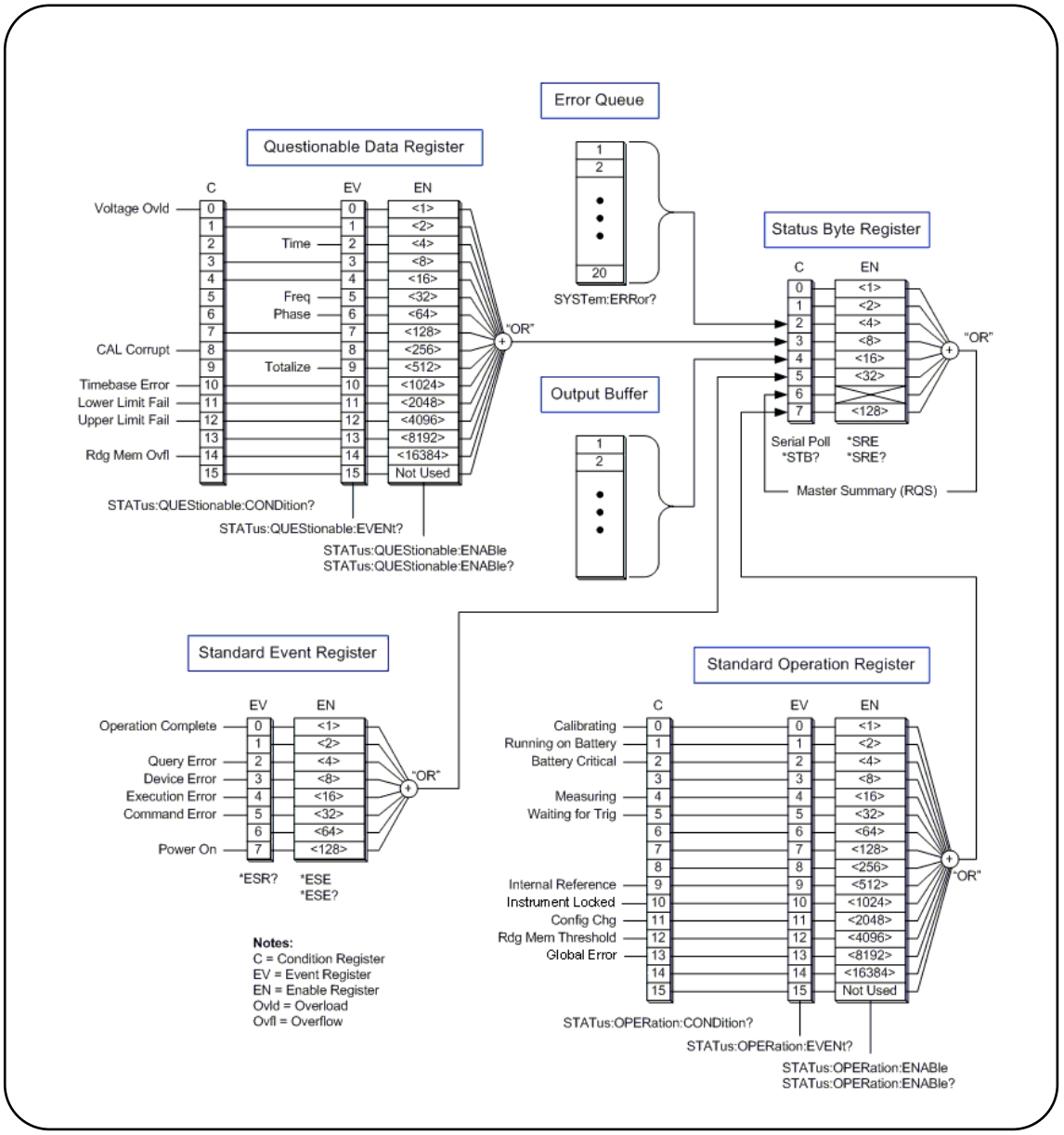


Abbildung 8-1. Das 53220A/53230A Statussystem

Keysight 53220A/53230A Statussystem

Dieses Kapitel bietet eine Übersicht des 53220A/53230A Statussystems. Bit-Definitionen und zusätzliche Informationen finden Sie in der Programmer's Reference in den Abschnitten zu **STATus**-Subsystem und IEEE-488-Befehlen. Die Referenz befindet sich auf der 53210A/53220A/53230A Product Reference CD (Teilenummer 53220-13601).

„Questionable Data"-Registergruppe

Die „Questionable Data"-Registergruppe des Zählers überwacht folgende Bedingungen und Ereignisse innerhalb des Zählers:

- Eingangsüberspannung
- Hardware-Zeitüberschreitung bei Zeitintervall, Frequenz, Phase, summierter Messung
- Kalibrierungsdaten
- Zeitbasisfehler
- Unterschreitung unterer Grenzwerte
- Überschreitung oberer Grenzwerte
- Messwertspeicherüberlauf

Condition-Register

Das Condition-Register in der „Questionable Data"-Registergruppe überwacht aktuelle Bedingungen, die die Integrität der Zählermessungen beeinflussen könnten. Das Condition-Register wird mit folgendem Befehl gelesen:

```
STATus:QUEStionable:CONDition?
```

Durch Lesen des Registers werden die Bits im Register nicht gelöscht. Die Bits werden gelöscht, wenn die Bedingung entfernt wird.

Event-Register

Das Event-Register in der „Questionable Data"-Registergruppe überwacht auch Bedingungen, die die Integrität der Zählermessungen beeinflussen könnten.

Das Event-Register wird mit folgendem Befehl gelesen:

```
STATus:QUEStionable[:EVENt]?
```

Anders als im Condition-Register bleiben die Bits im Event-Register nach der aufgetretenen Bedingung eingestellt. Die Bits werden durch Lesen des Registers gelöscht.

Enable-Register

Das Enable-Register gibt an, welche Bits im Event-Register ein Zusammenfassungsbit generieren können, das dann zum Generieren einer Serviceanfrage verwendet wird.

Bits im Event-Register werden mit folgendem Befehl aktiviert:

```
STATus:QUEStionable:ENABle <aktivieren>
STATus:QUEStionable:ENABle?              (Abfrageformular)
```

- **`aktivieren`**: der binär gewichteten Summe der Bits im Register entsprechender Dezimalwert. So aktivieren Sie z. B. das Bit zur Überwachung von Zeitbasisfehlern: `STAT:QUES:ENAB 1024`.

„Standard Operation“-Registergruppe

Die „Standard Operation“-Registergruppe überwacht Betriebsbedingungen im Zähler. Hierzu zählen:

- laufende Kalibrierung
- Akkubetrieb
- Akkuladestatus
- laufende Messung
- Warten auf Trigger
- Verwendung des internen Referenzoszillators
- Remoteschnittstellen-Sperre und Remoteschnittstellen-Fehler
- Konfigurationsänderung
- Erreichen des Messwertspeicher-Schwellenwerts

Condition-Register

Das Condition-Register in der „Standard Operation“-Registergruppe überwacht aktuelle Bedingungen des Betriebsstatus des Geräts. Das Condition-Register wird mit folgendem Befehl gelesen:

```
STATus:OPERation:CONDition?
```

Durch Lesen des Registers werden die Bits im Register nicht gelöscht. Die Bits werden gelöscht, wenn die Bedingung entfernt wird.

Event-Register

Das Event-Register in der „Standard Operation“-Registergruppe überwacht auch den Gerätestatus. Das Event-Register wird mit folgendem Befehl gelesen:

```
STATus:OPERation[:EVENt]?
```

Anders als im Condition-Register bleiben die Bits im Event-Register nach dem aufgetretenen Status eingestellt. Die Bits werden durch Lesen des Registers gelöscht.

Enable-Register

Das Enable-Register in der „Standard Operation“-Registergruppe gibt an, welche Bits im Event-Register ein Zusammenfassungsbit generieren können, das dann zum Generieren einer Serviceanfrage verwendet wird.

Bits im (Betriebs-) Event-Register werden mit folgendem Befehl aktiviert:

```
STATus:OPERation:ENABle <aktivieren>
STATus:OPERation:ENABle?                    (Abfrageformular)
```

- **aktivieren**: der binär gewichteten Summe der Bits im Register entsprechender Dezimalwert. So aktivieren Sie z. B. das Bit zur Überwachung des niedrigen (kritischen) Akkuladestands: `STAT:OPER:ENAB 4`.

„Standard Event“-Register

Das „Standard Event“-Register überwacht Programmierungsbedingungen inklusive:

- Operationsabschluss
- Abfragefehler
- Gerätefehler
- Ausführungsfehler
- Befehlsausführungsfehler
- Einschaltstatus

Lesen des „Standard Event“-Registers

Das „Standard Event“-Register wird mit folgendem Befehl gelesen:

`*ESR?`

Durch Lesen des Registers werden die Bits nicht gelöscht. Die Bits werden durch Senden von `*CLS` gelöscht.

Aktivieren des „Standard Event“-Registers

Das „Standard Event Enable“-Register gibt an, welche Bits im „Standard Event Status“-Register ein Zusammenfassungsbit generieren können, das dann zum Generieren einer Serviceanfrage verwendet wird.

Bits im „Standard Event“-Register werden mit folgendem Befehl aktiviert:

`*ESE <aktivieren>`

`*ESE?` `(Abfrageformular)`

- **`aktivieren`**: der binär gewichteten Summe der Bits im Register entsprechender Dezimalwert. So aktivieren Sie z. B. das Bit zur Überwachung von Befehlssyntaxfehlern: `*ESE 32`.

`*ESE?` gibt die gewichtete Summe aller aktivierten Bits zurück.

„Status Byte“-Register

Das „Status Byte“-Register enthält die Zusammenfassungsbits der „Questionable Data“-Registergruppe, der „Standard Operation“-Registergruppe, des „Standard Event“-Registers, der Fehlerwarteschlange des Zählers sowie des Ausgabepuffers (Abbildung 8-1).

Das „Master Summary RQS“-Bit (Bit 6) wird gesetzt (1), wenn ein beliebiges anderes Bit im „Status Byte“-Register gesetzt wird.

Lesen des „Status Byte“-Registers

Das „Status Byte“-Register wird mit einem der folgenden Befehle gelesen:

`*STB?`

`SPOLL`

Beide Befehle geben die dezimal gewichtete Summe aller im Register gesetzten Bit zurück. Der Unterschied zwischen den Befehlen ist, dass `*STB?` Bit 6 (RQS) nicht löscht. Die serielle Abfrage (SPOLL) löscht Bit 6.

Alle Bit im „Status Byte“-Register (außer Bit 4) werden mit folgendem Befehl gelöscht:

`*CLS`

Bit 4 wird gelöscht, wenn Daten aus dem Ausgabepuffer gelesen werden.

„Service Request Enable“-Register

Das „Service Request Enable“-Register gibt an, welche (Statusgruppen-) Zusammenfassungsbits eine Serviceanfragemeldung an den Computer senden.

Die Bits werden mit folgendem Befehl angegeben:

`*SRE <aktivieren>`
`*SRE?` `(Abfrageformular)`

- **`aktivieren`**: der binär gewichteten Summe der Bits im Register entsprechender Dezimalwert. So aktivieren Sie z. B. das Bit, das die „Questionable Data“-Registergruppe repräsentiert: `*SRE 8`.

Kapitel 7 und Product Reference CD (Teilenummer 53220-13601) enthalten Beispiele mit Verwendung des `STATus`-Subsystems.

Anhang A
53220A/53230A Fehlermeldungen

Der Anhang A enthält eine Beschreibung der Fehlermeldungen zu den Zählern 53220A/53230A.

Tabelle A-1. Beschreibungen der Fehlermeldungen zum 53220A/53230A

Code	Meldung	Beschreibung
Befehlsfehler		
-100	**Command Error**	Allgemeiner Syntaxfehler - ein Befehlsfehler ist aufgetreten.
-101	**Invalid character**	Ungültiges Zeichen in Header des Befehls oder einem Parameter.
-102	**Syntax error**	Ein unerkannter (falsch geschriebener) Befehl wurde empfangen oder das Trennzeichen zwischen Parametern fehlt.
-103	**Invalid separator**	Ein ungültiges Trennzeichen (z. B. anders als Komma, Leerzeichen oder Semikolon) wurde empfangen.
-104	**Data type error**	Bei Angabe eines Parameters wurde der falsche Datentyp (Zahl, Zeichen, Zeichenfolge, Ausdruck) verwendet.
-108	**Parameter not allowed**	Mehr Parameter als erwartet wurden für den Befehlsheader empfangen.
-109	**Missing parameter**	Befehl erfordert einen oder mehrere Parameter.
-110	**Command header error**	Fehler wurde im Befehlsheader erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.
-111	**Header separator error**	Ungültiges Trennzeichen folgt dem Befehls-header. Ein gültiges Trennzeichen ist in der Regel ein Leerzeichen.
-112	**Program mnemonic too long**	Der Befehlsheader enthält mehr als 12 Zeichen.
-113	**Undefined header**	Der Befehlsheader ist syntaktisch korrekt, für das Gerät jedoch nicht definiert.
-114	**Header suffix out of range**	Ein als Teil des Befehlsheaders enthaltenes numerisches Suffix liegt außerhalb des Bereichs (z. B. ‘3’, wenn nur ‘1’ oder ‘2’ gültig ist).
-120	**Numeric data error**	Ein numerisches Datenelement wurde erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.

-121	**Invalid character in number**	Ein anderes Zeichen als Ziffer, Komma oder Dezimalpunkt ist in der angegebenen Zahl integriert.
-123	**Exponent too large**	Die Größe des Exponenten übersteigt 32.000.
-124	**Too many digits**	Die Mantisse (der positive Bruchteil der Zahl) enthält mehr als 255 Ziffern.
-128	**Numeric data not allowed**	Im Befehlsheader oder einem Parameter wurde eine Zahl angegeben, wo numerische Daten nicht erlaubt sind.
-130	**Suffix error**	Fehler wurde im Suffix (Einheiten) eines numerischen Parameters erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.
-131	**Invalid suffix**	Das Parametersuffix ist falsch angegeben (z. B. 10 MZ anstatt 10 MHZ).
-134	**Suffix too long**	Ein Suffix enthält mehr als 12 Zeichen.
-138	**Suffix not allowed**	Ein Suffix wurde für einen numerischen Parameter angegeben, wo keiner erlaubt ist.
-140	**Character data error**	Zeichenfehler wurde im Behfehlsheader oder einem Parameter erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.
-141	**Invalid character data**	Entweder wurde ein ungültiges Zeichen empfangen, oder das Zeichen ist für den Befehlsheader nicht gültig.
-144	**Character data too long**	Die Zeichendaten enthalten mehr als 12 Zeichen.
-148	**Character data not allowed**	Ein gültiges Zeichen wurde angegeben, wo ein anderer Datentyp (numerisch, boolesch) erforderlich ist.
-150	**String data error**	Fehler wurde in angegebener Zeichenfolge erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.
-151	**Invalid string data**	Erforderlicher Zeichenfolgeparameter wurde empfangen, ist jedoch ungültig.
-158	**String data not allowed**	Eine gültige Zeichenfolge wurde angegeben, wo ein anderer Datentyp (numerisch, boolesch) erforderlich ist.

-160	**Block data error**	Fehler wurde in Blockdaten erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.
-161	**Invalid block data**	Anzahl der Bytes in einem Datenblock bestimmter Länge entspricht nicht der Anzahl angegebener Bytes im Block-Header.
-168	**Block data not allowed**	Ein Blockdatenelement wurde dort erkannt, wo es vom Gerät nicht zugelassen ist.
-170	**Expression error**	Fehler wurde in einem Parameterausdruck erkannt, doch spezifischere Informationen sind nicht verfügbar.
-171	**Invalid expression**	Der zum Berechnen eines Parameterwerts verwendete Ausdruck ist ungültig.
-178	**Expression data not allowed**	Ein Ausdruck wurde dort erkannt, wo er vom Gerät nicht zugelassen ist.
Ausführungsfehler		
-203	**Command Protected**	Kennwortgeschützter Befehl bzw. kennwort-geschützte Abfrage konnte nicht ausgeführt werden, weil der Befehl deaktiviert wurde.
-213	**INIT ignored**	INITiate:IMMediate wurde während Initialisierung des Zählers empfangen.
-221	**Settings conflict**	Die einer ‘Settings conflict’-Meldung angehängte Aussage beschreibt den Konflikt und seine Lösung.
-222	**Data out of range**	Der empfangene Parameterwert lag außerhalb des Bereichs für den jeweiligen Befehl.
-223	**Too much data**	Empfangener Block, empfangenes Element oder empfangener Zeichenfolgeparameter ist gültig, doch Arbeitsspeicherbeschränkungen verhindern die Befehlsausführung.
-224	**Illegal Parameter Value**	Ein exakter Wert aus einer Auswahlliste wurde erwartet.
-225	**Out of memory; measurement data overrun**	Interne Puffer sind voll, da Daten schneller erfasst werden, als sie verarbeitet werden können. Eine Reduzierung der Leserate (Messzeit) kann diesen Fehler verhindern.

-230	**Data corrupt or stale**	Versuch, Daten nach einem Zurücksetzen oder Ändern der Zählerkonfiguration abzurufen.
-240	**Hardware error**	Die meisten Hardwarefehler werden beim Einschalten des Geräts erkannt. Schalten Sie das Gerät beim Auftreten eines Hardwarefehlers aus und wieder ein. Falls der Fehler weiterhin auftritt, wenden Sie sich an Keysight.
-241	**Hardware missing**	Die angegebene Funktion erfordert den optionalen Kanal 3. Entweder fehlt der Kanal, oder er ist falsch installiert.
-250	**Mass storage error: file read/write error**	Beim Lesen einer Datei von einem oder Schreiben einer Datei in einen internen Flash-Speicher oder ein USB-Speichergerät ist ein Fehler aufgetreten. Vielleicht wurde der Dateispeicherplatz überschritten oder das USB-Gerät vor Abschluss des Vorgangs entfernt.
-252	**Missing Media**	Interner Flash-Speicher oder USB-Gerät wurde während einer Dateioperation nicht gefunden.
-254	**Media full**	Auf internem Flash-Speicher oder USB-Gerät ist nicht genügend Arbeitsspeicher zum Erstellen von Ordner oder Datei bzw. Ausführen der Dateioperation verfügbar.
-256	**File or folder name not found**	Im Befehl angegebener Ordner- oder Dateiname ist nicht vorhanden.
-257	**File name error; invalid character in name**	Datei- oder Ordnername enthält ein ungültiges Zeichen (\ / : * ? " < > |).
-257	**File name error; path too long**	Die Kombination aus Verzeichnispfad und Dateiname ist länger als 239 Zeichen.
-257	**File name error; not a folder name**	Der in der Arbeitsspeicheroperation angegebene Ordnername ist der Name einer vorhandenen Datei.
-257	**File name error; path is a folder name**	Der in der Arbeitsspeicheroperation angegebene Dateiname ist der Name eines vorhandenen Ordners.

-257	**File name error; file or folder already exists**	Der beim Erstellen einer Datei bzw. eines Ordners angegebene Name ist bereits im internen Flash-Speicher oder auf dem USB-Gerät vorhanden.
-257	**File name error; relative path not allowed**	Die „..“-Konvention kann nicht zur Angabe des übergeordneten Ordners verwendet werden.
-257	**File name error; folder is default folder**	Der derzeit als Standard-/aktueller Ordner (MMEMory:CDIRectory) angegebene Ordner kann nicht gelöscht werden.
-257	**File name error; path name missing**	Angegebene Ordner- oder Dateioperation enthält keinen gültigen Pfadfnamen.
-257	**File name error; drive name missing or not recognized**	Laufwerkname fehlt oder ist im angegebenen Pfad ungültig. Gültige Laufwerknamen sind INT (interner Flash-Speicher) und USB (externes USB-Speichergerät).
-257	**File name error; access denied**	Angeforderte Ordner- oder Dateioperation kann nicht auf eine geschützte oder Systemdatei angewandt werden.
-257	**File name error; file too large**	Die auf den Zähler hochgeladene Datei ist größer als 1 GByte.
-257	**File name error; folder not empty**	Beim Löschen eines Ordners von einer E/A-(Remote)-Schnittstelle muss der Ordner leer sein - frei von Unterordnern oder Dateien. Nicht leere Ordner KÖNNEN vom vorderen Bedienfeld aus gelöscht werden.
-257	**File name error; unknown file extension**	Je nach Arbeitsspeicheroperation und Dateityp sind .csv, .dat, .sta und .prf gültige Dateierweiterungen.
Gerätespezifische Fehler		
-310	**System Error; internal software error**	Beim Einschalten kann die Firmware keine Informationen zum Abschluss der Initialisierung aus dem permanenten Speicher des Geräts abrufen. Schalten Sie das Gerät aus und wieder ein. Wenden Sie sich an Keysight, falls der Fehler weiterhin auftritt.

-310	**System Error; failed to erase calibration data in PIC EEProm**	Für Systemfehler in Verbindung mit Löschen, Lesen oder Schreiben von Kalibrierungsdaten stellen Sie sicher, dass im Gerät die aktuelle Firmwareversion installiert ist. Firmware-Updates können beginnend auf der Registerkarte „Technischer Support“ unter www.keysight.com/find/53220A oder www.keysight.com/find/53230A gesucht werden. Falls der Fehler weiterhin auf-tritt, wenden Sie sich an Keysight.
-310	**System Error; failed to erase system information in PIC EEProm**	Für Systemfehler in Verbindung mit Löschen, Lesen oder Schreiben von Systeminformationen stellen Sie sicher, dass im Gerät die aktuelle Firmwareversion installiert ist. Firmware-Updates können beginnend auf der Registerkarte „Technischer Support“ unter www.keysight.com/find/53220A oder www.keysight.com/find/53230A gesucht werden. Falls der Fehler weiterhin auf-tritt, wenden Sie sich an Keysight.
-310	**System Error; I2C Comms Failure**	I2C-Fehler treten meist beim Hochfahren nach Aus- und erneutem Einschalten auf. Schalten Sie das Gerät beim Auftreten dieses Fehlers erneut aus und wieder ein. Falls der Fehler weiterhin auftritt, wenden Sie sich mit einer vollständigen Beschreibung der Fehlermeldung an Keysight.
-313	**Calibration memory lost; memory corruption detected**	Das Gerät konnte die Kalibrierungsdaten im permanenten Speicher nicht referenzieren. Erneute Kalibrierung durchführen.
-313	**Calibration memory lost; due to firmware revision change**	Die Kalibrierungsdaten des Geräts wurden nach einem Update der Firmware des Geräts gelöscht. Erneute Kalibrierung des Geräts ist erforderlich.
-314	**Save/recall memory lost; memory corruption detected**	Der mithilfe des Befehls *SAV? im permanenten (Flash-) Speicher gespeicherte Gerätestatus ist verloren gegangen.
-314	**Save/recall memory lost; due to firmware revision change**	Der mithilfe des Befehls *SAV? im permanenten (Flash-) Speicher gespeicherte Gerätestatus ist aufgrund eines Firmware-Updates verloren gegangen.

-315	**Configuration memory lost; memory corruption detected**	Benutzervoreinstellungen wie E/A-Einstellungen, Referenzoszillatoreinstellung, Zeitüberschreitungseinstellung für Messung... sind verloren gegangen.
-315	**Configuration memory lost; due to firmware revision change**	Benutzervoreinstellungen wie E/A-Einstellungen, Referenzoszillatoreinstellung, Zeitüberschreitungseinstellung für Messung... sind aufgrund eines Firmware-Updates verloren gegangen.
-330	**Self-test failed**	Weitere Informationen siehe angehängte Meldung.
-350	**Error queue overflow**	Ein Fehler ist aufgetreten; die Fehlerwarteschlange des Geräts ist jedoch voll und der Fehler wurde nicht aufgezeichnet.
Abfragefehler		
-410	**Query INTERRUPTED**	Der Zähler empfing einen Befehl, bevor er die Beantwortung einer vorhergehenden Abfrage abgeschlossen hatte.
-420	**Query UNTERMINATED**	Der Computer versucht, nach Erteilen eines unvollständigen Abfragebefehls ein Abfrageergebnis vom Zähler zu lesen.
-430	**Query DEADLOCKED**	Ein- und Ausgabepuffer des Zählers sind voll und das Gerät kann nicht fortfahren.
-440	**Query UNTERMINATED after indefinite response**	Nach einer Abfrage (z. B. *IDN?), die eine Antwort unbestimmter Länge anfordert, wurde ein Abfragebefehl in derselben Zeichenfolge empfangen.
Gerätefehler		
+100	**Network Error**	Ein LAN-Netzwerkfehler ist aufgetreten oder es liegt ein potenzieller Hardwarefehler vor. Prüfen Sie mithilfe des Geräteselbsttests, ob ein Hardwarefehler vorliegt. Wenn ja, wenden Sie sich an Keysight.
+110	**LXI mDNS Error**	
+263	**Not able to execute while instrument is measuring**	Ein Befehl wurde während einer laufenden Messung empfangen.
+291	**Not able to recall state: it is empty**	Der mithilfe des Befehls *RCL angegebene Statusspeicherplatz (0-4) ist leer.

+292	**State file size error**	Versuch, eine zu große .sta-(Status)-Datei zu laden.
+293	**State file corrupt**	Die angegebene .sta-(Status)-Datei enthält keine gültigen Gerätestatusinformationen.
+294	**Preference file size error**	Versuch, eine zu große .prf-(Voreinstellungs)-Datei zu laden.
+295	**Preference file corrupt**	Die angegebene .prf-(Voreinstellungs)-Datei enthält keine gültigen Benutzervoreinstellungs-informationen.
+301	**Input termination protection relay opened**	An einem Kanal liegt ein Eingangssignal von mindestens + 10 Vp an. Die Eingangsimpedanz ist auf 1 MΩ gesetzt. Durch Entfernen bzw. Reduzieren des Signals unter die Schadensschwelle und Drücken der blinkenden (Kanal)-Taste oder Senden von INPut:PROTection:CLEar wird das Schutzrelais zurückgesetzt.
+302	**Cannot reset input protection; high voltage present**	Während des Versuchs, das Relais zurückzusetzen (Taste oder Verwendung von INPut:PROTection:CLEar), lag am Kanal ein Eingangssignal von mindestens + 10 Vp an.
+310	**Channel 3 pulse width too short**	Es kann keine Trägerfrequenzmessung durchgeführt werden. Bei Impulsbreiten von < 13 µs muss der Modus für den schmalen Impuls festgelegt werden mit: SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:NARRow ON. Wenn der Modus für den schmalen Impuls festgelegt wurde, müssen die Impulsbreiten > 200 ns sein.
+311	**Channel 3 pulse width too long**	Es kann keine Trägerfrequenzmessung durchgeführt werden. Wenn der Modus für den schmalen Impuls festgelegt wurde, müssen die Impulsbreiten < 17 µs sein. Bei Impulsbreiten von > 17 µs muss der Modus für den schmalen Impuls deaktiviert werden mit: SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:NARRow ON.

+312	**Channel 3 pulse width could not be measured**	Die Impulsbreite konnte nicht gemessen werden, da kein Signal vorhanden war. Der Signalpegel war zu niedrig bzw. zu hoch oder das Signal ist kein Impulssignal.
+313	**Channel 3 burst frequency could not be measured**	Die Trägerfrequenz konnte möglicherweise aufgrund einer Frequenzverschiebung des Eingangssignals nicht gemessen werden. Siehe zusätzliche Fehler zu dieser Fehlermeldung.
+314	**Channel 3 pulse ended before gate closed**	Das Eingangssignal enthält möglicherweise variierende Impulsbreiten. Deaktivieren Sie bei Verwendung der automatischen Gate-Steuerung (SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:AUTO ON) die automatische Steuerung und reduzieren Sie die Messzeit mittels: SENSe:FREQuency:BURSt:GATE:TIME until a reading is obtained.
+315	**Channel 3 power too high for operation**	Für Festfrequenz-(CW)-Messungen muss die Signalleistung ≤ +19 dBm betragen. Für die Signalleistung der Impulsmessung muss ≤ +13 dBm festgelegt sein.
+316	**Channel 3 power too low for operation**	Für Festfrequenz-(CW)-Messungen muss die Signalleistung ≥ -27 dBm betragen. Für die Signalleistung der Impulsmessung muss ≥ -13 dBm festgelegt sein.
+317	**Channel 3 power changed during measurement**	Die Messung konnte aufgrund einer Änderung (zu niedrig oder zu hoch) der Eingangssignalleistung nicht abgeschlossen werden.
+318	**Channel 3 input is not a pulsed signal**	Für die ausgewählte Messfunktion wird ein Impulssignal benötigt/erwartet.
+319	**Channel 3 frequency shift detected during measurement**	Während des aktuellen Mess-Gates überschritt die Frequenzmodulationstoleranz der Eingangssignalfrequenz ± 50%.
+320	**Input signal frequency shift caused counter overflow**	Während des aktuellen Mess-Gates überschritt die Frequenzmodulationstoleranz der Eingangssignalfrequenz ± 50%.

+321	**Measurement timeout occurred**	Die zum Abschluss einer einzigen Messung zugewiesene Zeit wurde überschritten. Die Standardzeitüberschreitung beträgt 1 s. Die Zeitüberschreitung wird am vorderen Bedienfeld unter ‘Utility’ -> ‘Instr Setup’ oder mithilfe des Befehls SYSTem:TIMEout eingestellt.
+322	**Measurement overflow occurred**	Der Totalisatorzählwert (kontinuierlich oder zeitgesteuert) überschreitet den oberen Grenzwert von 10^{15} Ereignissen.
+514	**Not allowed; Instrument locked by another I/O session**	Eine Sperre (SYSTem:LOCK:REQuest?) wurde von einer anderen E/A-Schnittstelle angefordert.
+540	**Cannot use overload as math reference**	Ein Überlastwert (9.91E+37) kann nicht als Referenz für die NULL-, PCT-, PPM- und PPB-Skalierungsfunktion verwendet werden.
+541	**Cannot use zero as math reference for PCT, PPM, or PPB scaling functions**	Ein Nullwert (0) kann nicht als Referenz für die PCT-, PPM- und PPB-Skalierungsfunktion verwendet werden.
+580	**No valid external timebase**	Eine andere externe Zeitbasis-Frequenz als 1, 5 oder 10 MHz wird auf den Zähler angewandt, oder die externe Zeitbasis-Frequenz wird durch den Befehl SENse:ROSCillator:EXTernal:FREQuency falsch angegeben.
+600	**Internal licensing error**	Beim Installation der Lizenz für die Option 150 (Impulsmikrowellen-Messungen) ist ein Fehler aufgetreten. Die Lizenz ist nicht installiert worden. Wenden Sie sich an Keysight.
+601	**License file corrupt or empty**	Die für die Installation erforderliche LIC-Datei enthält ungültige Daten oder ist leer. Kopieren Sie die Lizenz für die Option 150 erneut auf das USB-Laufwerk und wiederholen Sie den Installationsvorgang.
+602	**No valid licenses found for this instrument**	Die LIC-Datei (Lizenz) für die Option 150 konnte unter den anderen LIC-Dateien auf dem USB-Laufwerk nicht gefunden werden.

+603	**Some licenses could not be installed**	Die LIC-Datei (Lizenz) konnte nicht installiert werden, da die Modell- oder Seriennummer nicht kompatibel ist oder keine entsprechenden Lizenzen für das Gerät gefunden wurden.
+604	**License not found**	Bei der Initiierung vom vorderen Bedienfeld des Geräts aus, um die Lizenz für die Option 150 zu installieren, wurde keine LIC-Datei gefunden.
+800	**Non-volatile memory write failure**	Die Benutzervoreinstellungs-(.prf)-Datei ist ungültig und konnte nicht im internen Flash-Speicher bzw. dem USB-Speichergerät gespeichert werden.
+810	**State has not been stored**	Diese durch **`MMEMory:LOAD:STATe <"Datei">`** angegebene Gerätedatei enthält einen ungültigen Gerätestatus und kann nicht geladen werden.
+820	**Model and Serial Numbers not restored**	Nach Austausch der P500-Prozessor-(Controller)-Platine oder Hauptmessungsplatine stimmen Modellnummer und/oder Seriennummer nicht mehr oder wurden nicht wiederhergestellt. Stellen Sie Modell- und Seriennummer gemäß Aufforderung am vorderen Bedienfeld wieder her. Weitere Informationen können Sie dem Service Guide entnehmen.
+821	**Controller and measurement board model numbers do not match**	
+822	**Controller and measurement board serial numbers do not match**	
Kalibrierungsfehler		
+701	**Calibration error; security defeated**	Kurzschließen der Steckbrücke zur Kalibrierungssicherung (CAL ENABLE) beim EINschalten des Geräts löst diese Fehlermeldung aus, die auf das Überschreiben des Sicherheitskennworts hinweist. Näheres siehe „Resetting the Security Code to a Null“ im Service Guide.
+702	**Calibration error; calibration memory is secured**	Eine Kalibrierung kann nicht durchgeführt werden, wenn der Kalibrierungsspeicher gesichert ist. Weitere Informationen siehe „To Unlock The Counter For Calibration“ und „To Lock the Counter“ in Kapitel 2 des Service Guide. Geben Sie mit dem Befehl CAL:SEC:STAT ON den Sicherheitscode über die Remoteschnittstelle ein.

+703	**Calibration error; secure code provided was invalid**	Der angegebene Sicherheitscode war ungültig.
+704	**Calibration error; secure code too long**	Der angegebene Sicherheitscode ist länger als 12 Zeichen.
+705	**Calibration error; calibration aborted**	Eine laufende Kalibrierung wurde vom Benutzer abgebrochen (gestoppt).
+706	**Calibration error; provided value out of range**	Ein außerhalb des erwarteten Bereichs gültiger Eingaben liegender Kalibrierungswert wurde eingegeben.
+707	**Calibration error; computed correction factor out of range**	Beim Auftreten dieses Fehlers Gerät aus- und wieder einschalten und Geräteselbsttest ausführen. Kalibrierungs-Setup (Geräteeinstellungen, Verbindungen) überprüfen und Zähler neu kalibrieren. Wenden Sie sich an Keysight, wenn der Selbsttest misslingt oder die Einheit nicht kalibriert werden kann.
+711	**Calibration error; calibration string too long**	Die im Kalibrierungsspeicher abzulegende Meldung ist über 40 Zeichen lang.
+712	**Calibration failed**	Ein Hardwarefehler ist aufgetreten. Wenden Sie sich an Keysight.
+713	**Channel 3 calibration signal not detected**	Das Kalibrierungsquellsignal ist nicht mit Kanal 3 verbunden.
+714	**Channel 3 calibration signal power level error**	Der Pegel des Kalibrierungssignals lag außerhalb des erwarteten Bereichs des angegebenen Pegels.
+715	**Channel 3 calibration signal frequency error**	Die Frequenz des Kalibrierungssignals lag außerhalb des erwarteten Bereichs des angegebenen Werts.
+716	**Channel 3 calibration signal is not CW**	Das Kanal 3-Kalibrierungssignal muss ein Festfrequenz-(CW)- und darf kein Impulssignal sein.
+717	**Channel 3 calibration timeout occurred**	Kalibrierung mit angegebenem Pegel wurde nicht innerhalb der zulässigen ~ 1,2 Sekunden abgeschlossen. Selbsttest zum Überprüfen des Betriebs der Kanal 3-Platine durchführen und die Parameter des Eingangssignals erneut überprüfen.

+720	**Auto-calibration failed; input signal detected**	Während einer automatischen Kalibrierung sollte kein Signal am Eingangskanal anliegen.
+742	**Calibration data lost: corrections**	Die Kalibrierungsdaten des Geräts gingen aufgrund eines Firmware-Updates verloren, das die aktuellen Kalibrierungsdaten möglicherweise ungültig gemacht hat, oder aufgrund eines Hardwarefehlers. Gerät neu kalibrieren.
+748	**Calibration memory write failure**	Ein Fehler ist aufgetreten, als Kalibrierungsdaten in den internen Flash-Speicher des Zählers geschrieben wurden. Selbsttest zur Überprüfung des Zählerbetriebs ausführen und Kalibrierung wiederholen.
+750	**Calibration data not restored**	Nach der Reparatur wurden Kalibrierungsdaten nicht gemäß Aufforderung am vorderen Bedienfeld wiederhergestellt.
Selbsttestfehler		
+901	**Self-Test failed: auto-calibration failure**	Während der automatischen Kalibrierung im Rahmen des Selbsttests ist ein Fehler aufgetreten. Selbsttest wiederholen. Falls der Fehler bei der automatischen Kalibrierung weiterhin auftritt, liegt ein Problem mit der Gerätehardware vor. Wenden Sie sich an Keysight.
+903	**Self-Test failed: real-time clock setting lost**	Geräteuhr mithilfe der Tasten ‘Utility’ -> ‘System Setup’ -> ‘Date/Time’ zurücksetzen oder den Befehl SYSTem:TIME bzw. SYSTEM:DATE verwenden. Selbsttest erneut ausführen.
+904	**Self-Test failed: main CPU error accessing boot environment**	Überprüfen und ggf. aktuelles Firmware-Update installieren sowie Selbsttest erneut ausführen. Wenn der Fehler auch bei installiertem aktuellem Firmware-Update auftritt, wenden Sie sich an Keysight.
+905	**Self-Test failed: failed to read FPGA revision**	
+906	**Self-Test failed: FPGA revision is less than expected**	
+907	**Self-Test failed: PIC communication failure**	

+908	**Self-Test failed: battery test failed**	Diese Selbsttests umfassen einen Kommunikationstest, um das Vorhandensein von Akku-, GPIB- und Kanal 3-Optionen zu erkennen. Über-prüfen und ggf. aktuelles Firmware-Update instal-lieren sowie Selbsttest erneut ausführen. Wenn der Fehler auch bei installiertem aktuellem Firm-ware-Update auftritt, wenden Sie sich an Keysight.
+909	**Self-Test failed: GPIB test failed**	
+910	**Self-Test failed: channel 3 test failed**	
+911	**Self-Test failed: front panel revision check failed**	Überprüfen und ggf. aktuelles Firmware-Update installieren sowie Selbsttest erneut ausführen. Wenn der Fehler auch bei installiertem aktuellem Firmware-Update auftritt, wenden Sie sich an Keysight.
+912	**Self-Test failed: measurement board test failed**	

A 53220A/53230A Fehlermeldungen

Index

53220A/53230A Programmierung 40
53230A Burst-Messungen 182

A

Abfallzeitmessung 101
Ablesen des Akkuladestands 24
Absoluter Schwellenwert 138
AC-Kopplung 134
Adressierung
  Ändern der GPIB-Adresse 58
  IP-Adressen und Hostnamen 52
Adressstring
  GPIB 54, 58
Keysight Connection Expert
  Hinzufügen von GPIB-Geräten 56
  Hinzufügen von LAN-Geräten 48
  Hinzufügen von USB-Geräten 53
  Interactive IO 59
  Lokalisieren von LAN-Geräten 49
Keysight IO Libraries
  Installation 45
  Systemanforderungen 46
Akkubetrieb 23
  Ablesen des Akkuladestands 24
  Akku in Verwendung 24
  Aktivieren und Deaktivieren des Akkus 24
Akkuladestand 24
aktivieren 219
Aktivieren der Grenzüberprüfung 219
Aktivieren des Akkus 24
Aktivieren statistischer Funktionen 214
Aktivieren von Histogrammen 225
Aktivieren von Skalierungsfunktionen 206
Aktualisieren der Firmware 61
aktuellen Zählerstand ablesen 178
Allan-Abweichung 217
  Beispiel 217
Allgemeine Informationen zur Programmierung 40
Ändern der GPIB-Adresse 54, 58
Ändern von Zählereinstellungen nach CONFigure 86
Anschluss an die Spannungsversorgung 21
Anstiegszeit- und Abfallzeitmessungen 101
Anzeigekonfiguration 27
Anzeigemodi 223, 236
Anzeigen von Histogrammdaten 236
Arbiträr-Block bestimmter Länge 250
Arbiträr-Block unbestimmter Länge 250
ASCII-Datenformate 250
ASCII-Format
  Messwertlänge 251
Auflösung
  Stellen 167
  und Messzeit 167
Auflösungsstellen 167
Auflösungsverbesserung 167
Aus-/Einschalten 22
Ausgabepuffer
  Beschreibung 254
  Übertragen von Messwerten an 254
Auto-Level 34, 139
  Frequenzbereich 142
  System-Auto-Level 142
Automatische Bereichseinstellungen 229
automatische Gate-Erweiterung 200

B

Bandbreitenlimit 135
  Rauschunterdrückung 146
Basis 28
Beispiel für Auto-Level-Frequenz 143
Beispiel für den Impulsschwellenwert 145
Beispiel für die Burst-Gate-Konfiguration 186
Beispiel für Eingangssteigung 148
Beispiel für externen Referenzoszillator 74
Beispiel für Rauschunterdrückung 147
Beispiele
  Anstiegszeit- und Abfallzeitmessungen 103
  Burst-Impulswiederholungsfrequenz 124
  Burst-Impulswiederholungsintervall 124
  Burst-Trägerfrequenzmessungen 122
  Datenskalierung 212
  Einstellen der Auto-Level-Frequenz 143
  Einzelperiodenmessungen 114
  Erstellen einer Datendatei 264
  Erstellen von Statusdateien 266
  FETCh? 255
  Frequenzmessungen 89
  Frequenzverhältnismessungen 91
  Löschen eines Ordners 273
  Periodenmessungen 93
  Phasenmessungen 112
  positive und negative Burst-Breiten 126
  Pulsbreitenmessungen 106
  R? 255
  READ? 254

Speicherschwellenwert 258
Start-Gate-Konfiguration 191
Stopp-Gate-Konfiguration 199
Summierung (kontinuierlich) 119
Summierung (zeitgesteuert) 117
Tastverhältnismessungen 109
Verwenden eines externen Referenzoszillators 74
Zweikanal-Zeitintervall 95, 99
Benutzerdefinierte Einschaltstatus 270
Benutzereinstellungen
Speichern und Laden 267
benutzerzugewiesene Einheiten 211
Bereich 132
Bereichsbeispiel 132
Betriebs- und Lagerungsumgebung 19
Betriebsbedingungen 20
Betriebsumgebung 19
Bildschirmsteuerung 29
Blockdatenübertragungen 251
Byte-Reihenfolge 251
Boxcar-Filter 204
Burst-Impulsmessungen 120
Positive und negative Breiten 125
PRF und PRI 123
Trägerfrequenz 122
Burst-Messungen 182

C

CALCulate1-Subsystem 203
Computerkonfiguration 52
CONFigure- und MEASure-Befehle 84
CONFigure? 87
CONFigure-Befehle 86
Connection Expert
Hinzufügen von Geräten zur USB-Konfiguration 53

D

Dateien
kopieren 277
Dateien und Ordner 273
Dateisystem 259
Datenfluss 252
Datenformate
ASCII 251
REAL 251
Datenglättung 204
Beispiel 205
Datenskalierung 205
Datum und Uhrzeit einstellen 32
DC-Kopplung 134
Deaktivieren des Akkus 24
Deaktivieren von ’Gate Out’ 181
Dezimierung 240
Dienstprogrammfunktionen 27
Anzeigekonfiguration 27
Bildschirmsteuerung 29
Hilfesprache 31
Numerisches Format 28
Referenzeinstellungen 32
Screenshot 30
Signaltoneinstellung 31

E

E/A
Hinzufügen von GPIB-Geräten 56
Hinzufügen von LAN-Geräten 48
E/A-Bibliotheken 45
Systemanforderungen 46
E/A-Schnittstelle
Hinzufügen von Geräten 47
E/A-Softwareinstallation 45
Eingang
Auto-Level 139
Beispiel für den Impulsschwellenwert 145
Beispiel für Rauschunterdrückung 147
Beispiel für relativen Schwellenwert 140
Bereich 132
Einstellungenübersicht 129
Impedanz 130
Kanaleigenschaften 128
Kopplung 134
Messen von Signalpegeln 148
Messen von Signalstärke 148
Rauschunterdrückung 146
Schutzgrenzen 131
Schwellenwert und Empfindlichkeit 137
Schwellenwertsteigung 147
Schwellungswert für Impulsmessungen 144
Signalpfad 128
Steigungsbeispiel 148
Tastköpfe 130
Tastkopf-Eingangskompatibilität 133
Tastkopffaktor 133
Tiefpassfilter 135
Überspannungs-Bit 131
Einrichtung von Histogrammdaten 226, 237
Einschaltstatus 270
Einstellen der Gate-Quelle 165
Einstellen der Messzeit summieren 174
Einzelperiodenmessungen 113
Elektrische Anforderungen 20
Elektrische Betriebsbedingungen 20
Empfindlichkeit 137
Emulationsmodus
53100 Serie 35
Deaktivieren für Firmware-Updates 62
Entfernen von Ordnern 273
Entwicklungsanforderungen 40
Erstellen von Datendateien 264
Erstellen von Ordnern 261
Erstellen von Statusdateien 265
erweiterte Gate-Steuerung
Gate-Startquelle 187
Gate-Startverzögerung 191
Gate-Stopp und -Holdoff 193
Gate-Stopp-Holdoff 193
Gate-Stoppquelle 195
Polarität eines externen Gate-Startsignals 189
Polarität eines externen Gate-Stoppsignals 197

Schwellenwert eines externen Gate-Startsignals 190
Schwellenwert eines externen Gate-Stoppsignals 198
erweitertes Gating
Gate-Start-Beispiel 191
Gate-Stopp-Beispiel 199
Europäische Richtlinie über Elektro- und Elektronik-Altgeräte 3
EXTernal-Gate-Quelle 181
Externe Referenzoszillatorfrequenz 74

Externer Referenzoszillator
Erkennen der Frequenz 75

F

Fehlermeldungen 287
Firmware-Updates 61
Deaktivieren der Kalibrierungs-sicherheit 61
Deaktivieren des Emulationsmodus 62
Downloads 62
Installation 63
Update-Dienstprogramm 62
Flanke
Schwellenwert 147
Flash-Speicher 259
Flüchtiger Speicher 253
Frequenzmessungen 88
Einstellen der Messzeit 168
Gating 166
Polarität eines externen Gate-Signals 171
Schwellenwert eines externen Gate-Signals 172
Frequenzverhältnismessungen 90

G

Gate Out-BNC 181
Gate-Quelle 165
Gate-Startquelle 187
Gate-Startverzögerung 191
Gate-Stopp
Konfigurationsbeispiel 199
Gate-Stopp und Stopp-Holdoff 193
Gate-Stopp-Holdoff 193
Gate-Stoppquelle 195
Gate-Zyklus 153
Gating 164
Burst-Gate-Beispiel 186
Burst-Konfiguration 186
Einstellen der Gate-Quelle 165
Einstellungenübersicht 152
Frequenzmessungen 166
Gate-Zyklus 153
summieren 173
Zeitintervallmessungen 178
Geräteadressierung
GPIB-Adressstring 58
IP-Adressen und Hostnamen 52
USB-Adressstring 54
Gerätehandbücher 19
Gerätehilfe 26
Gerätestatus 266, 268
Glätten von Daten
Beispiel 205
gleitender Mittelwert, Filter 204
GPIB
Adressstring 58
Ändern der Adresse 54, 58
Hinzufügen von Geräten 56
Schnittstellenkonfiguration 47
Grenzüberprüfung 218, 219
Beispiel 221
Festlegen des unteren und oberen Grenzwerts 220
Löschen der Grenzwerte 221
Löschen des "Questionable Data"-Registers 221
Questionable Data-Register 218

H

Handbücher 19
Herunterladen des IVI-COM-Treibers 67
Herunterladen von Firmware-Updates 62
HF-Signalstärke 148
Hilfe
integriert 26
Hilfesprache
Chinesisch 31
Deutsch 31
Französisch 31
Japanisch 31
Koreanisch 31
Histogrammbereiche
Automatisches Einstellen 229
Histogramme 222
aktivieren 225
Anzeigen auf dem vorderen Bedienfeld 223, 236
Anzeigen von Daten 236
Beispiel 230
Bins 226
Einrichtung 226, 237
Einstellen des Minimum- und Maximum-Bereichs 228
Löschen von Daten 238
Unterer und oberer Bereich 227
zurücksetzen 231, 248
Hostname und IP-Adresse erhalten 42
Hostnamen und IP-Adressen 51
Hysterese 146
Zeitintervallfehler 147

I

Impedanz 130
Beispiel 130
Impulswiederholungsfrequenz-Messungen 123
Impulswiederholungsintervall-Messungen 123
inaktiver Status 156
Initialisieren des Zählers 162
Interactive IO 59
Interner Flash-Speicher 259
Internet-Browser-Konfiguration 42
IP-Adresse und Hostname erhalten 42
IP-Adressen und Hostnamen 51
IVI-COM
Treiber-Updates 61, 67
IVI-Treiber
Installation 47

K

Kalibrierungssicherheit
Deaktivieren für Firmware-Updates 61

Kanal 3 Signalstärke 149
Kanaleigenschaften 128
Kanaloptionen 128
Katalogisieren von Ordnern 278
kontinuierliche Summierung 177
  aktuellen Zählerstand ablesen 178
Kopieren von Dateien 276
Kopieren von Dateien am vorderen Bedienfeld 277
Kopplung 134
  Beispiel 135, 205
Kopplung und Schwellenwerte 141

L

L4490A
  Verwenden der webfähigen Schnittstelle 41
  Webschnittstellen-Startseite 41
L4491A
  Verwenden der webfähigen Schnittstelle 41
  Webschnittstellen-Startseite 41
Lagerungs- und Betriebsumgebung 19
LAN
  Hinzufügen von Geräten 48
  Schnittstellenkonfiguration 47
LAN-Karten, mehrere 60
Lieferumfang des Zählers 18
Lokalisieren von Geräten 49
Löschen der Grenzbedingungen 221
Löschen von Dateien 273
Löschen von Histogrammdaten 231, 238
Löschen von Ordnern 273
Löschen von statistischen Werten 218
lückenlose Messungen 77

M

M/x-B 210
Materialien im Lieferumfang des Zählers 18
mathematische Operationen
  statistische Funktionen 213
Math-Funktionen
  aktivieren 203
  Glätten von Daten 204
  Grenzüberprüfung 218
  M/x-B 210
  skalieren 207
MEASure-Befehle 84, 86
Messen von Niedrigfrequenzsignalen, Niedrigfrequenzsignale 140
Mess-Gate 164
Messmodus
  Auto 77
  kontinuierlich 77
  reziprok 77
Messungen
  Anstiegs- und Abfallzeit 101
  Burst-Impuls 120
  Einzelperiode 113
  Frequenz 88
  Frequenzverhältnis 90
  Periode 92
  Phase 111
  Pulsbreite 104
  Summierung (kontinuierlich) 118
  Summierung (zeitgesteuert) 115
  Tastverhältnis 107
  Zeitintervall 97
  Zeitstempel 94
Messungen der positiven und negativen Burst-Breiten 125
Messungs-Zeitüberschreitung 33, 80
Messwertdezimierung 240
Messwerteinheiten 211
Messwertformate 250
Messwertspeicher 253
  Effekte der Grafikfunktionen 248
  Erstellen von Datendateien 264
  Erstellen von Ordnern 261
  Erstellen von Statusdateien 265
  Messwertschwellenwert 258
  Standardordner 263
  Übertragen von Messwerten an den Ausgabepuffer 254
Messwertübertragungen
  Speicher an Ausgabepuffer 254
Messwertübertragungsgröße 251
Messwertzählung
  Abfrage 258
  statistische Funktionen 214
Messzeit
  Frequenzmessungen 168
Mittel 214
Mx-B 207, 209

N

NISPOM 36
Numerisches Format 28
  Basis 28
  Zifferngruppentrennzeichen 28

O

Option 300
  Akku 23
Optionen 18
Ordner
  Daten- und Konfigurationsdateien 261, 264
  Katalog 278
  löschen 273
  Standard 263
  Statusdateien 265
Ordnernamen
  Eingeben über das vordere Bedienfeld 262

P

PC-E/A-Schnittstellen
  LAN, GPIB, USB 47
Periodenmessungen 92
Phasenmessungen 111
Polarität eines externen Gate-Signals 171, 175, 179
Polarität eines externen Gate-Startsignals 189
Polarität eines externen Gate-Stoppsignals 197
Polarität eines Gate-Signals
  Frequenzmessungen 171

summieren 175
Zeitintervallmessungen 179
Produktoptionen 18
Programmierumgebungen 40
Proxyserver 42, 52
Pulsbreitenmessungen 104

Q

Questionable Condition-Register
Überspannungs-Bit 131
Questionable Data-Register
löschen 221
Questionable Event-Register
Überspannungs-Bit 131

R

Rauschunterdrückung 146
Rauschunterdrückung durch
Bandbreitenbegrenzung 146
RCL 268
REAL-Datenformate 250
REAL-Format
Messwertlänge 251
Referenzeinstellungen
Auto-Level 34
Datum und Uhrzeit 32
Messungs-Zeitüberschreitung 33, 80
Zeitbasis 33
Referenzoszillator
externe Frequenzen 74
Konfiguration 72
Standby-Spannungsversorgung 76
Verwenden einer externen Referenz 72
Referenzwerte
Beispiel 209
Skalierungsfunktionen 208
Relativer Schwellenwert 139
Rückwand, Überblick 16

S

Samplingzahl 161
SAV 268
Schutzrelais 131
Schwellenwert 137
absolut 138
Auto-Level 139
Beispiel 140
Impulsmessungen 144
Messwertspeicher 258
mit DC- und AC-Kopplung 141
relativ 139
Schwellenwert eines externen Gate-Signals 172, 176
Schwellenwert eines externen Gate-Startsignals 190
Schwellenwert eines externen Gate-Stoppsignals 198
Schwellenwert eines Gate-Signals
Frequenzmessungen 172
summieren 176
Schwellenwertsteigung 147
Schwellungswert für
Impulsmessungen 144
SCPI-Formate 82
Screenshot 30
Selbsttest
Heraufsetzen der Zeitüberschreitung mit Interactive IO 60
Sicherheitsinformationen 3
Sicherheitssymbole 4
Sichern des Geräts
NISPOM 36
Signalkonditionierung
Einstellungenübersicht 128
Signalkonditionierungspfad 128
Signalpegel 148
Signalstärke 148
Signalton 31
Skalieren von Daten 205
Skalierungsfunktionen
aktivieren 206
Beispiel 212
M/x-b 210
Mx-B 207
NULL 207
PCT 207
PPB 207
PPM 207
Referenzwert 208
SCALe 207
Verstärkung und Offset 209
Zuweisen von Messwerteinheiten 211
Softwareinstallation
Keysight IO Libraries 45
IVI-Treiber 47
Systemanforderungen 46
Speicher
Effekte der Grafikfunktionen 248
interner Flash- 259
löschen 248
Speichern von Gerätestatus 268
Speichern von Status am vorderen Bedienfeld 266
Standardabweichung 214, 217
Standby-Spannungsversorgung 22, 76
Start-Gate
Konfigurationsbeispiel 191
Start-Gate-Quelle 187
Start-Gate-Verzögerung 191
Statistiken
zurücksetzen 248
statistische Funktionen 213
aktivieren 214
Allan-Abweichung 217
Beispiel 215, 216
durchschnittlicher Spitze-zu-Spitze-Wert 215
Löschen von Werten 218
Maximalwert 214
Messwertzählung 214
Mindestwert 214
Mittel 214
Mittelwert 215
Standardabweichung 214, 217
Steigungsbeispiel 148
Stopp-Gate
Konfigurationsbeispiel 199
Stopp-Gate-Holdoff 193

Stopp-Gate-Quelle 195
summieren
  Einstellen der Messzeit 174
  Gating 173
  kontinuierlich 177
  kontinuierliche Messungen 118
  Polarität eines externen Gate-Signals 175
  Schwellenwert eines externen Gate-Signals 176
  zeitgesteuerte Messungen 115
Synchronisation mit anderen Geräten 181
Syntaxkonventionen
  SCPI 82
System-Auto-Level-Bereich 142, 143
Systemtrigger 156
  Flanke 158
  Quelle 157
  Samplingzahl 161
  Verzögerung 159
  Zahl 160

T

Tasten des vorderen Bedienfelds
  Eingangskanalkonfiguration 128
Tastköpfe 130
  Eingangsbereich 132
Tastkopf-Eingangskompatibilität 133
Tastkopffaktor 133
Tastverhältnismessungen 107
Tiefpassfilter 135
Trägerfrequenzmessungen 122
Transiente Überspannungen 20
Treiberanforderungen 40
Treiber-Updates 61
Trenddiagramme
  löschen 248
  Messwertdezimierung 240
Triggern
  Einstellungenübersicht 152
  inaktiver Status 156
  Samplingzahl 161
  Systemtrigger 156
  Systemtriggerflanke 158
  Systemtriggerquelle 157
  Systemtriggerverzögerung 159
  Systemtriggerzahl 160
  Triggerzyklus 153
Triggerzyklus 153

U

Überblick
  Display 17
  Gerät 18
  Rückwand 16
  Vorderes Bedienfeld 15
Überblick über das Display 17
Überblick zum Gerät 18
Überprüfen der oberen Grenzwerte 220
Überprüfen der unteren Grenzwerte 220
Übersicht der Zählermessungen 70
Überspannungs-Bit 131
Uhrzeit und Datum
  einstellen 32
Umgebung
  Betrieb und Lagerung 19
Umgebungsbedingungen für den Betrieb 19
USB
  Adressstring 54
  Hinzufügen von Geräten 53
  Schnittstellenkonfiguration 47
USB-Speichergeräte 259

V

Verschieben von Dateien 276
Verstärkung und Offset 209
Verwalten von Ordnern und Dateien 273
  Kopieren von Dateien 276
  Löschen von Dateien 273
  Verschieben von Dateien 276
Verwenden der Gerätehilfe 26
Vorderes Bedienfeld
  Beschreibung 253
  Felder 253
Vorderes Bedienfeld, Anzeigemodi 223, 236
Vorderes Bedienfeld, Überblick 15

W

Warten-auf-Trigger-Status 162
Webfähige Geräteschnittstelle und Interactive IO 59
Webfähige Schnittstelle
  Anschließen des Geräts 41
  Browser-Konfiguration 42
  erste Schritte 41

Z

Zählergenauigkeit 22
Zeitbasis 33
Zeitintervall
  Fehler aufgrund von Hysterese 147
  Polarität eines externen Gate-Signals 179
Zeitintervallmessungen 97
  Anstiegs- und Abfallzeit 101
  Einkanal 100
  Einzelperiode 113
  Gating 178
  Phase 111
  Pulsbreite 104
  Tastverhältnis 107
Zeitstempelmessungen 94
Zeitüberschreitung
  Heraufsetzen mit Interactive IO 60
  Messung 33, 80
Zifferngruppentrennzeichen 28
Zurücksetzen der Grenzwerte 221
Zurücksetzen von Histogrammen 231

Diese Informationen können sich ohne vorherige Ankündigung ändern.
© Keysight Technologies 2011, 2014
Ausgabe 3, August 2014

53220-90411
www.keysight.com

KEYSIGHT
TECHNOLOGIES